

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**
Вариант 09-02

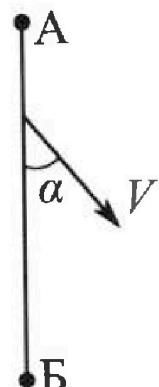


*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту А → Б → А в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние АБ равно $S=2$ км.

- Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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

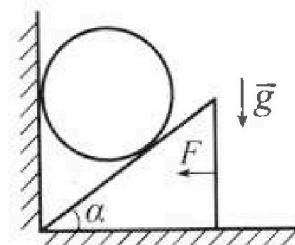


- Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
 - При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту А → Б → А минимальная?
 - Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} полета по маршруту А → Б → А.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

- 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 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 $F = \sqrt{3}mg$.



- Найдите угол α , который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.

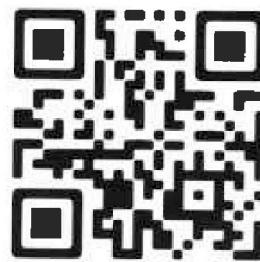
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно $h=0,15$ м.

- 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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

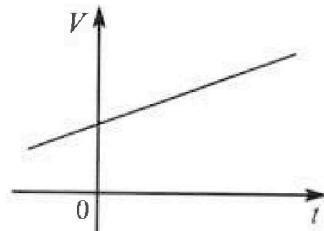


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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.

1. Следуя предоставленным 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 .



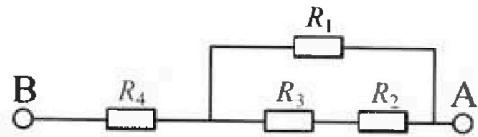
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

2. Найдите убыль $|\Delta V|$ 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 .
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 $r = 5 \text{ Ом}$.

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

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



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 |
| <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!

Задача №1 Дано: $T_0 = 200 \text{ с}$ $S = 2 \text{ км}$ $V = 15 \text{ м/с}$

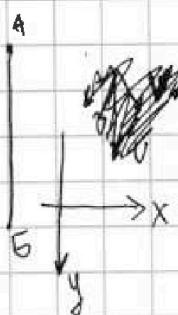
$\sin \alpha = 0,8$ Найти: 1. V 2. T , 3. α , если $T_{A \rightarrow B \rightarrow A} \rightarrow \min$ 4. T_{\min}

Дано: 1. $S = V \cdot T_0$ (т.к. равномерное движение)

$$V = \frac{S}{T_0} = \frac{2000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$$



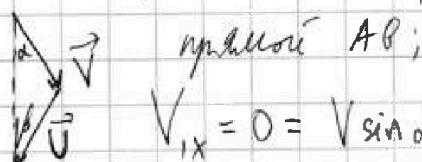
2.



V - скорость бегущего
относ. земли.

т.к. БПЛА летит ровно по прямой АБ, то

тогда $V_{ix} = 0$, β - угол скорости \vec{V} к



$$V_{ix} = 0 = V \sin \alpha - V \sin \beta$$

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

может быть, т.к. $\sin \beta \leq 1$. Т.к. угол между собственной

скорости БПЛА и горизонтальной линии постоянен

и не меняется т.е. $T \rightarrow \infty$

3. ~~(V_1 и V_2 одинаковы, что и в п. 2.)~~

γ - угол между \vec{V}_1 и АВ

при полете обратно

V_2 - скорость

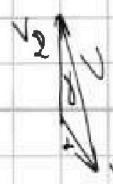
при

движении $A \rightarrow B$ полете

$B \rightarrow A$

$$V \sin \alpha = V \sin \beta \quad (V_{ix} = 0)$$

$$T_{A \rightarrow B} = \frac{S}{V_1} = \frac{S}{V_1 \cos \alpha + V_1 \cos \beta}$$



$$V \sin \alpha = V \sin \gamma \quad (V_{2x} = 0)$$

$$T_{B \rightarrow A} = \frac{S}{V_2} = \frac{S}{V_2 \cos \gamma + V_2 \cos \alpha}$$

\rightarrow обратно $B \rightarrow A$



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

~~3. продуйте $T_{A \rightarrow B \rightarrow A} = \frac{S}{U \cos \beta + V \sin \alpha} + \frac{S}{U \cos \beta - V \sin \alpha}$~~

~~7.к. $\sin \beta = \frac{V \sin \alpha}{U} = \sin \beta$, и они оба $\in [0^\circ; 90^\circ]$, то $\beta = \alpha$~~

~~$T_{A \rightarrow C \rightarrow A} = \frac{S}{U \cos \beta + V \sin \alpha} + \frac{S}{U \cos \beta - V \sin \alpha} = S \frac{2 U \cos \beta}{U^2 \cos^2 \beta - V^2 \sin^2 \alpha}$~~

~~$\cos^2 \beta = 1 - \sin^2 \beta = 1 - \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{U^2} = \frac{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}{U^2}$~~

~~$T_{A \rightarrow B \rightarrow A} = S \frac{2 U \cos \beta}{U^2 - 2 V^2 \sin^2 \alpha} = \frac{2 \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - 2 V^2 \sin^2 \alpha} S =$~~

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

$$\Rightarrow T_1 = \frac{S}{U \cos \beta + V \sin \alpha} = \frac{2000}{20 \cdot 0,8 + 1,5 \cdot 0,6} =$$

$$= \frac{2000}{25} = 80 \text{ с}$$

~~3. $T_{A \rightarrow B \rightarrow A} = \frac{S}{U \cos \beta + V \sin \alpha} + \frac{S}{U \cos \beta - V \sin \alpha}$~~

(если B и A симметричны, т.к. $V \sin \alpha$ и $V \sin \beta$ имеют одинаковый знак)

$$7.1. \quad U \sin \beta_1 = U \sin \beta_2, \text{ т.е. } \beta_1 = \beta_2 \quad (\beta_1, \beta_2 < 90^\circ)$$

$$T_{A \rightarrow B \rightarrow A} = S \left(\frac{2 U \cos \beta}{U^2 \cos^2 \beta - V^2 \sin^2 \alpha} \right); \cos^2 \beta = 1 - \sin^2 \beta = 1 - \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{U^2} = \frac{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}{U^2}$$

$$S \frac{2 \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha - V^2 \cos^2 \alpha} = S \frac{2 \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - V^2} \quad \text{т.е. при мин } T_{ABA} \sin^2 \alpha = 1 \quad \alpha = 90^\circ$$

$$4. \quad T_{ABA \min} = \frac{2S}{\sqrt{U^2 - V^2}} = \frac{4000}{\sqrt{175}} = \frac{160}{\sqrt{7}} \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

Ответ: 1. 80 с 2. 80 с 3.

$$1. \quad U = 20 \text{ м/с} \quad 2. \quad T_1 = 80 \text{ с} \quad 3. \quad \alpha = 90^\circ \quad 4. \quad T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

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 2

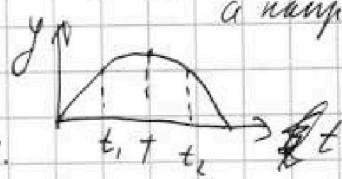
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №2 Дано: $t_1 = 0,8 \text{ с}$ $t_2 = 1,5 \text{ с}$ $|V_t| = |V_{t_2}|$ $\alpha = 90^\circ$

$g = 10 \text{ м/с}^2$ Найти: 1. T 2. α 3. R

Дано: t_1, t_2 , $t_1 < T < t_2$ (т.к. модуль скорости равна а нач. - неиз)

V_0 - нач. скорость.



α - угол между \vec{V}_0 и горизонтом.

$$1. \int g T = V_0 \sin \alpha - \frac{\text{верт.}}{\text{стор.}} \text{ в верт.} = 0$$

$$V_0 \sin \alpha - g t_1 = -(V_0 \sin \alpha - g t_2)$$

$$\begin{cases} T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \\ 2 V_0 \sin \alpha = g (t_1 + t_2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ с} \\ V_0 \sin \alpha = \frac{g}{2} (t_1 + t_2) \end{cases}$$

$$2. (\vec{V}_{t_1}, \vec{V}_{t_2}) = 90^\circ$$

$$\vec{V}_{t_1} \text{ верт.} = - \vec{V}_{t_2} \text{ верт.}$$



γ_1 - угол между \vec{V}_{t_1} и гориз. γ_2 - угол между \vec{V}_{t_2} и гориз.

$$\tan \gamma_1 = \frac{V_{t_1} \text{ верт.}}{V_{t_1} \text{ гориз.}} = \frac{V_{t_2} \text{ верт.}}{V_{t_2} \text{ гориз.}} = \tan \gamma_2 \Rightarrow \gamma_1 = \gamma_2$$

$$\gamma_1 + \gamma_2 + 90^\circ = 180^\circ \Rightarrow \gamma_1 = \gamma_2 = 45^\circ \text{ т.е. } V_{t_1 \text{ гориз.}} = V_{t_2 \text{ гориз.}}$$

$$= V_{t_1 \text{ верт.}} = V_{t_2 \text{ верт.}} (\text{но можно})$$

$$\begin{cases} V_0 \sin \alpha - g t_1 = V_0 \cos \alpha \\ V_0 \sin \alpha + g t_2 = V_0 \cos \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_0 \sin \alpha - g t_1 = V_0 \cos \alpha \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \end{cases}$$



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 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
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!

$$\begin{cases} V_0 (\sin \alpha - \cos \alpha) = gt_1 \\ V_0 (\sin \alpha + \cos \alpha) = -gt_2 \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \end{cases} \quad \begin{matrix} 2:1 \\ \text{---} \\ 2 \end{matrix} \quad \begin{cases} \frac{\sqrt{V_0^2 - g^2 t_1^2}}{\sin \alpha + \cos \alpha} = -\frac{t_2}{t_1} = -3 \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \end{cases}$$

$$\sin \alpha + \cos \alpha = 3 \cos \alpha - 3 \sin \alpha \quad 2 \sin \alpha = \cos \alpha$$

$$5 \sin^2 \alpha = \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}} \quad \cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$V_0 \sin \alpha = \frac{g(t_1 + t_2)}{2} \quad (\text{из п.1.}) \quad V_0 = \frac{10 \cdot 2}{2 \cdot \frac{2}{\sqrt{5}}} = 5\sqrt{5} \text{ м/с}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= V_0 \tan \alpha \cdot T = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \\ &= \frac{2 \cdot 5^3 \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}}{10} = 5^2 \cdot \frac{2}{5} = 10 \text{ м} \end{aligned}$$

$$3. V_{\text{верн}} = V_{\text{вспл}} = V_0 \cos \alpha \quad a_{\text{верн}} = g$$

$$g = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{R} \quad R = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = \frac{5^3 \cdot \frac{4}{5}}{10} = 10 \text{ м}$$

Ответ: 1. $T = 1 \text{ с}$ 2. $\alpha = 10 \text{ м}$ 3. $R = 10 \text{ м}$

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.

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

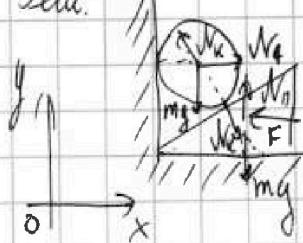
СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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!

Задача №3 Дано: $m = 0,4 \text{ кг}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ $F = mg\sqrt{3}$
~~h~~ $h = 0,15 \text{ м}$

Найти: 1. α 2. H 3. V 4. \dot{V} 5. V_{\max}
 $\alpha \rightarrow V_{\max} \rightarrow \max$

Дано:



N_k - сила, супр. кин. импульс действующая

$$Ox \text{ шара: } 0 = N_k \sin \alpha + N_g$$

$$Oy \text{ шара: } 0 = N_k \cos \alpha - mg$$

$$\text{От кинематики: } 0 = N_k \sin \alpha - F$$

Движение: $\omega \neq 0$

$$1. \begin{cases} N_k \sin \alpha = F = mg\sqrt{3} \\ N_k \cos \alpha = mg \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{1} \\ N_k = mg \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sin \alpha = \sqrt{3} \cos \alpha \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \cos \alpha = \frac{1}{2} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \sqrt{3} \\ 2 \end{array} \quad \alpha = 60^\circ$$

~~2. Окруженч. акселерация: $a_K = N_k \sin \alpha$ a_K - ускор. кинемат.~~

~~$N_k(t) = \text{const}$, т.к. шар с одинаковыми касательными~~

~~$a_K = \frac{N_k \sin \alpha}{m} = \text{const}$ т.к. α - const от времени, т.к. шар касается шара γ , т.к. $N_k = \text{const}$~~

~~$a_K = \frac{N_k \sin \alpha}{m} = \frac{N_k \sin \alpha}{m} \cdot \text{const}$~~

~~$N_k = \frac{mg}{\cos \alpha}$ (н.д.) = ~~const~~~~

~~$a_K = \frac{g \sin \alpha}{\cos \alpha} = g \tan \alpha = g \operatorname{tg} \alpha$~~



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.

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

СТРАНИЦА
2 из 4

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

~~Зн танг (бреша над. шара) = $\sqrt{\frac{2H}{a_m}} = \sqrt{\frac{2H}{g} \cdot \operatorname{tg} \alpha}$

Умнож (скорость шарика в момент соуд. шара и дальше) =

= $a_m \cdot \operatorname{tang} = g \operatorname{tg} \alpha \cdot \sqrt{\frac{2H}{g} \operatorname{tg} \alpha} = \sqrt{2Hg} \operatorname{tg}^2 \alpha$~~

Теперь заменим закон сохранения энергии. Тогда $H_{\text{зм}} = 0 \rightarrow$

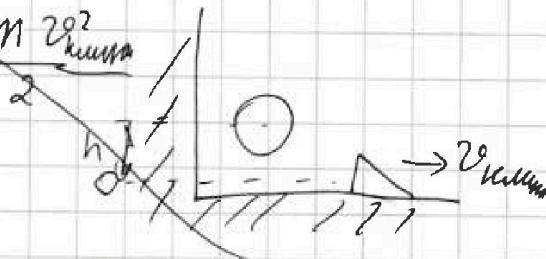
→ радиус шара от горизонтального $\operatorname{tg} \alpha$.

~~Енергия = $mgh + m \frac{v^2}{2}$~~

~~$mgh = mgh + m \frac{2H^2}{g} \operatorname{tg}^4 \alpha$~~

~~$H = h + H \operatorname{tg}^4 \alpha \quad H = \frac{h}{1 - \operatorname{tg}^4 \alpha} =$~~

~~$= 0,15 \text{ м}$~~



~~Однако $m a_m$ (шар. шара) = $mg -$~~

2. a_m , a_K - ускорение шарика и шарика соотв.

Из $N_{\text{шар}}$ - сила, супр. шар. шар. при a_m !
или.



~~$m a_m = N_m \sin \alpha$ Огружаем~~

~~$m a_m = -N_m \cos \alpha + mg$ Ог шара~~

~~$\frac{\partial a_m}{\partial \mu} a_m = a_K \operatorname{tg} \alpha \rightarrow$ упр. неизвестна.~~

~~$N_m = \frac{m a_m}{\sin \alpha} = \frac{m a_m}{\sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{m a_m}{\cos \alpha}$ Тангенс ②~~

~~$m a_m = m g - \frac{m a_m}{\operatorname{tg} \alpha}$~~

~~$a_m = a_K \operatorname{tg} \alpha$~~

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

$$a_m = \frac{g \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{3g}{4}$$

$$a_K = \frac{\sqrt{3} g}{4} = \frac{g \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

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!

~~Запишем закон сохранения энергии $y=0$ на высоте от земли
под - ги, работой разницы шара~~

$$E_{\text{кин}} = mgh + W_{\text{работы}} =$$

$$W_{\text{работы}} = E_{\text{кин}}$$



$$T_{\text{раб. шара}} = \sqrt{\frac{2H}{a_m}} = \sqrt{\frac{8H}{3g}}$$

* Учитываем (силы при подъеме отменены, отработаны
от шара)

$$= a_m T_{\text{раб. шара}} = \frac{\sqrt{3}}{9} g \cdot \sqrt{\frac{8H}{3g}} = \sqrt{\frac{8H^2}{27}}$$

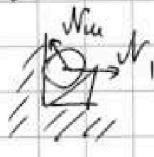
Запишем ЗСЭ, где $y=0$ в конце движения.

$$E_{\text{кин}} = mgh + W_K + E_{\text{кин}}^m + E_{\text{кин}}^k =$$

$o = y = \frac{H}{a_m}$

$$= E_{\text{кин}} = mgh + W_K + 0 + \frac{m \text{Укин. макс}}{2}$$

$$mgh = mgh + \frac{mgh}{4} \quad H = \frac{4}{3} h = 0,2 \text{ м}$$

3. 

$$N_1 = N_m \sin \alpha \quad (\text{на горизонте } = 0)$$

$$N_m = \frac{m a_m}{\sin \alpha} \quad N_1 = m a_m = 0,4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{9} g =$$

$$= \sqrt{3} H$$

4. $a_m = \frac{g + g_2}{1 + \tan^2 \alpha}$

$$N_1 = \frac{m g + m g_2}{1 + \tan^2 \alpha} \quad \tan \alpha \in [0; \pi/2]$$

$$\frac{\tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \alpha} \rightarrow \max$$

$$\frac{1}{1 + \tan^2 \alpha} \rightarrow \max$$



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

СТРАНИЦА
7 из 9

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!

$$\begin{aligned}
 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} &= x \\
 \left(\frac{x}{1+x^2} \right)' &= \frac{x \cdot (1+x^2)' - (1+x^2)x'}{(1+x^2)^2} \leftarrow (1+x^2) x' = \\
 &= \frac{2x^2 - 1 - x^2}{(1+x^2)^2} = \frac{x^2 - 1}{(1+x^2)^2} = \frac{x^2 - 1}{1+2x^2+x^4} \\
 \left(\frac{x^2 - 1}{1+2x^2+x^4} \right)' &= \frac{2x \cdot (1+2x^2+x^4) - (4x+6x^3)(x^2-1)}{(1+2x^2+x^4)^2} = \\
 &= \frac{-5x^5 - 2x^5 + 4x^3 + 6x}{(1+x^2)^3} \Rightarrow \text{дискриминант } \frac{x}{1+x^2} \text{ при } x = 0 \text{ максимум}
 \end{aligned}$$

Нули $\frac{x^2 - 1}{1+2x^2+x^4}$ убывающая на $\pm \infty \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{x^2 - 1}{(1+x^2)^2} = 0 \Rightarrow x = 1 \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \pm 1 \quad \text{т.к. } \alpha < 90^\circ$$

$\operatorname{tg} \alpha = 1 \quad \alpha = 45^\circ \quad \text{для } \alpha \in 45^\circ$

5. $N_1 = \frac{mg \cdot 1}{2} = \frac{0,4 \cdot 10}{2} = 20 \text{ Н}$

Ответ: 1. $\alpha = 60^\circ$ 2. $H = 0,2 \text{ м}$ 3. $\sqrt{3} H$ 4. $\alpha = 45^\circ$

5. 20 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.

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

Задача №4 Дано: $t_0 = t_{0 \rightarrow 100^\circ} = 100 \text{ мм}$ $m = 0,04 \text{ г}$

$$t_1 = 50^\circ \text{C} \quad t_{100} = 100^\circ \text{C} \quad \beta = 1,12 \quad t_0 = 0^\circ \text{C} \quad \rho = 0,8 \text{ г/мм}^3$$

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

Найти: 1. $V(t)$ 2. $|\delta V|$ 3. S

Реш: 1. $V(t) = at + c$ (a, c - константы подстр.)

$$V(100^\circ \text{C}) = 100a + c \quad t_{100}a + c = \rho (t_{100} - t_0)$$

$$= \beta V(0^\circ \text{C}) = \beta \cdot \frac{m}{\rho} = \beta (t_0 a + c)$$

$$t_{100}a + c = \rho \cdot 10$$

$$a (t_{100} - t_0 \beta) = c (\beta - 1)$$

$$c = a \frac{t_{100} - t_0 \beta}{\beta - 1} \quad t_{100} - t_0 \quad \cancel{\beta - 1}$$

$$a t_{100} + a \frac{t_{100} - t_0 \beta}{\beta - 1} = \beta \frac{m}{\rho \rho}$$

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

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

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

$$2. |\delta V| = |V(50^\circ \text{C}) - V(40^\circ \text{C})| = |a (t_{50^\circ} - t_{40^\circ})| =$$

$$= a \cdot 10^\circ \text{C} = \frac{0,12 \cdot 0,04}{0,8 \cdot 100} \cdot 10 = \frac{0,12 \cdot 0,04}{8} \text{ м}^3 =$$

$$= 0,06 \cdot 0,01 \text{ м}^3 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 0,6 \text{ см}^3$$

~~$$3. |\delta V_{0-100}| = |V(100^\circ \text{C}) - V(0^\circ \text{C})| = a \cdot 100^\circ \text{C} = \frac{0,12 \cdot 0,04}{0,8} =$$~~

~~$$= 6 \text{ см}^3 \quad S = \frac{\delta V_{0-100}}{l} = \frac{6 \text{ см}^3}{100 \text{ см}} = 0,06 \text{ см}^2 \quad \text{Площадь}$$~~



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 checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$3. S = \frac{\Delta V_{0^\circ - 100^\circ}}{l} = \frac{V(100^\circ) - V(0^\circ)}{l} = \frac{a(100^\circ - 0^\circ)}{l} =$$

$$= \frac{100^\circ \cdot a}{l} = \frac{100}{100} \cdot 0,12 \cdot 0,04 = \frac{0,8 \cdot 0,0008 \text{ м}^3}{l} = 6 \text{ мм}^2$$

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

2. 0,6 мм^3 3. 6 мм^2

$$S = \frac{(\Delta V_{0^\circ - 100^\circ})}{l} = \frac{6 \text{ мм}^3}{100 \text{ мм}} = 0,06 \text{ мм}^2$$

Л.к. $\Delta t = 10^\circ \Rightarrow \frac{st_{100-0}}{10}$

Однако: 2. $V(t) = \frac{m \rho}{\rho} \left(\frac{\beta-1}{t_{100}-t_0} t + \frac{t_{100}-t_0 \beta}{t_{100}-t_0} \right)$

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

2. 0,6 мм^3 3. 0,06 мм^2

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



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!

Задача №5 Дано: $R_1 = 1,2\Omega$ $R_2 = 2\Omega$ $R_3 = 4\Omega$ $R_4 = 4\Omega$ $V = 5\text{ В}$

$I = 4\text{ A}$ Найти: 1. $R_{\text{экв}}$ 2. P 3. $?P_{\min}, P_{\max}$

Реш:

$$\text{1. } R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_3+R_2)}{R_1+(R_3+R_2)} = 4 + \frac{1,2(2+4)}{1,2+2+4} = 4 + \frac{7,2}{7,2} = 2\Omega = 10\Omega$$

3. I_1, I_2 - токи через 1ый и 2ой рез.

$$2. P = IR_{\text{экв}}^2 = I_1 R_1 = I_2 (R_3 + R_2) \quad \text{(по 1-му закону)}$$

= 400 Ватт

$$I_1 = \frac{R_3 + R_2}{R_1} I_2$$

$$I_1 + I_2 = I_2 \left(\frac{R_1 + R_3 + R_2}{R_1} \right) = I \quad I_2 = \frac{IR_1}{R_1 + R_3 + R_2} = \frac{I}{6}$$

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

$$P_1 = \frac{5I}{6} R_1^2 = \frac{20}{3} \text{ Ватт}$$

$$P_2 = \frac{I}{6} R_2^2 = \frac{2I}{3} \text{ Ватт}$$

$$P_3 = \frac{I}{6} R_3^2 = \frac{8}{3} I^2$$

$$P_4 = IR_4^2 = I^2 R_4 = \frac{20}{3} \text{ Ватт}$$

$$\text{т.е. } P_2 = P_{\min} = \frac{2I^2}{3} = \frac{20}{3} \text{ Ватт} \quad \frac{200}{3} \text{ Ватт}$$

$$\text{Ответ: 1. } 10\Omega = R_{\text{экв}} \quad 2. P = 400 \text{ Ватт}$$

$$3. \text{ На 2ом резисторе } P = \frac{200}{3} \text{ Ватт}$$



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!

$$1 - 2,23 \cos^2 \alpha > 0$$

$$1 - 4,5 \cos^2 \alpha > 0$$

$$\frac{\sin \alpha - \cos \alpha}{\sin \alpha + \cos \alpha} = - \frac{t_1}{t_2} = - \frac{1}{3}$$

$$3 \sin \alpha - 3 \cos \alpha = -\sin \alpha + \cos \alpha$$

$$2 \sin \alpha = \cos \alpha$$

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

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{5}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{4}{5}$$

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

$$\sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\frac{x^2}{x} = \frac{2x - x^2}{x^2} = 1$$

$$-2x^2 + 4x + 6 = 0$$

$$x^2 - 2x - 3 = 0$$

$$(x+1)(x-3) = 0$$

$$\frac{6}{1+x} + \frac{5}{1-x} = 9$$

$$\frac{1}{6} + \frac{5}{4} + \frac{2}{3} + \frac{3}{10}$$

$$\frac{5}{6}$$

$$\frac{10}{6} = \frac{5}{3}$$

$$6$$