

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B$ в безветренную погоду составляет $T_0=400$ с. Расстояние AB равно $S=9,6$ км.

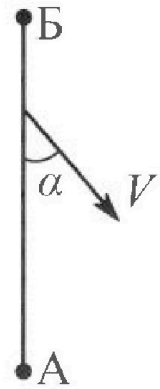
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 16$ м/с под углом α к прямой AB (см. рис.) таким, что $\sin \alpha = 0,6$.

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 $A \rightarrow B \rightarrow A$ максимальная? Движение аппарата прямолинейное.

4. Найдите максимальную продолжительность T_{MAX} полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$. Движение аппарата прямолинейное.



2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 1$ с и $t_2 = 2$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол $2\beta = 60^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите продолжительность T полета от старта до падения на площадку.

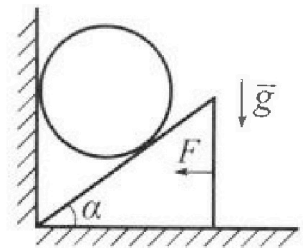
2. Найдите максимальную высоту H полета.

3. Найдите радиус R кривизны траектории в момент времени $t_1 = 1$ с.

3. Клин с углом при вершине $\alpha = 30^\circ$ находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоится однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны $m=1$ кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите горизонтальную силу F , которой систему удерживают в покое.

Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H=0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.



2. Найдите перемещение h шара после соударения до первой остановки.

3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.

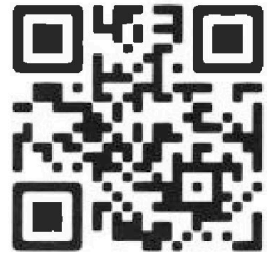
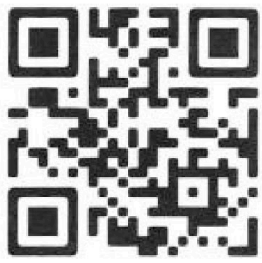
4. При каком значении угла α ускорение клина максимальное?

5. Найдите максимальное ускорение a_{MAX} клина.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

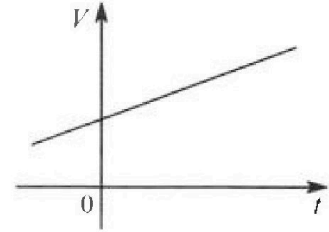
Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками $t_1 = 35^\circ\text{C}$ и $t_2 = 42^\circ\text{C}$ равно $L=5$ см. В термометре находится $m=2$ г ртути.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем ртути в $\beta = 1,018$ раза больше объема ртути при $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Плотность ртути при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ считайте равной $\rho = 13,6$ г/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

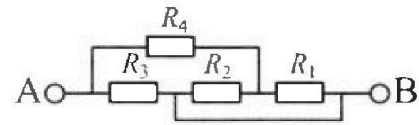


1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. 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 $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 10$ Ом, $R_4 = 6$ Ом.

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

Контакты А и В подключают к источнику постоянного напряжения $U=10$ В.



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

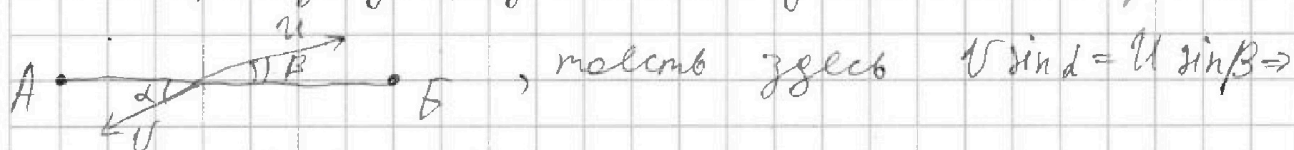
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

N1

$$1. U = \frac{S}{T_0} = \frac{9,6 \text{ км}}{400 \text{ с}} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{Итого: } 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Чтобы аппарат не сносило ветром предельная скорость ветра и аппарата на ось перпендикулярную к АВ должны быть равны:



$$\sin \beta = \frac{V \sin \alpha}{U} = \frac{16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,6}{24 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,4, \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,84} = 2\sqrt{0,21} = \frac{\sqrt{21}}{5} = \frac{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U}$$

$$\text{Итого } T_1 = \frac{S}{U \cos \beta} = \frac{9,6 \text{ км}}{24 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\sqrt{21}}{5}} = \frac{2000 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\sqrt{21}} = 95 \frac{5 \sqrt{21}}{21} \frac{\text{с}}{\text{с}}$$

$$T_1 = \frac{S}{U \cos \beta} = \frac{S}{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}} = \frac{2000}{\sqrt{21}} \text{ с} = 95 \frac{5 \sqrt{21}}{21} \text{ с}$$

3.

$$T_1 = \frac{S}{U \cos \beta - V \cos \alpha} = \frac{9600}{24 \cdot \frac{\sqrt{21}}{5} - 12,8} = (144\sqrt{21} + 384) \text{ с}$$

3. Если дрон вылетает из А в В и обратно то время составим:

$$T = \frac{S}{U \cos \beta - V \cos \alpha} + \frac{S}{U \cos \beta + V \cos \alpha}, \text{ тогда, чтобы найти минимум } T \text{ и}$$

при каком α он достигается, возьмем производную $T'(\alpha)$ и приравняем к нулю.

$$T'(\alpha) = \frac{3U^2 V^2 \sin \alpha \cos \alpha - 2U^2 \sin^3 \alpha \cos \alpha}{(U^2 - V^2 \sin^2 \alpha)^2 \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}} \cdot 25 = 0 \Rightarrow$$



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!

$$T = \frac{S}{u \cos \beta - v \cos \alpha} + \frac{S}{u \cos \beta + v \cos \alpha} =$$

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

$$= \frac{2S \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - v^2}, \text{ тогда!}$$

$$T'(\alpha) = \frac{2S}{u^2 - v^2} \cdot \left(\frac{-2v^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} \right) = 0 \Rightarrow$$

$$\alpha = \begin{cases} 0^\circ \\ 90^\circ \end{cases}, \text{ однако одно из этих значений} \\ \text{будет давать нам минимум } T,$$

тогда найдем максимум себе. и на

$$\begin{cases} T(0^\circ) = \frac{2S \cdot u}{u^2 - v^2} \\ T(90^\circ) = \frac{2S}{\sqrt{u^2 - v^2}} \end{cases}, T(0^\circ) > T(90^\circ) \Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

$$4. T_{\max} = T(0^\circ) = \frac{2S \cdot u}{u^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 9600 \cdot 24}{24^2 - 16^2} = \frac{2 \cdot 9600 \cdot 24}{40 \cdot 8} = 144 \text{ с}$$

Ответ: $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}, T_1 = (144\sqrt{2} + 384) \text{ с}, \alpha = 0^\circ;$

$\alpha = 0, T_{\max} = 144 \text{ с}$



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 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!

№2

1. И.к. в момент времени t_1 и t_2 модуль скорости был равен, но в момент времени $t^* = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1,5$ с, модуль скорости не изменился высота была максимальной, а затем продолжалась парабола, равная:

$$T = 2t^* = t_1 + t_2 = 3 \text{ с}$$

2. И.к. в t_1 и t_2 модуль скорости равен, но

$$|v_0 \sin \alpha - g t_1| = |v_0 \sin \alpha - g t_2| \Rightarrow v_0 \sin \alpha - g t_1 = g t_2 - v_0 \sin \alpha \Rightarrow$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{g(t_1 + t_2)}{2}, \text{ где } v_0 - \text{ макс. скорость,}$$

$\sin \alpha$ — d — угол между направлением скорости и горизонтом.

$$\text{Итого } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g^2 (t_1 + t_2)^2}{4 \cdot 2g} = \frac{g (t_1 + t_2)^2}{8} =$$

$$= \frac{10 \cdot 9}{8} = \frac{90}{8} = 11,25 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } T = 3 \text{ с, } H = 11,25 \text{ м}$$

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.



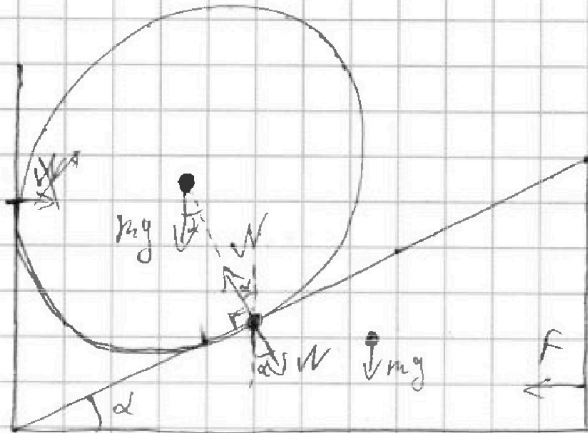
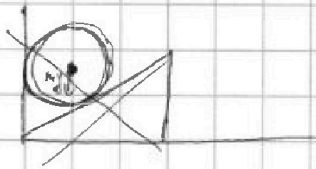
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

№3

1.



н.к. шар находится в равновесии, то $N = mg \cos \alpha$.

Для не сфера N действует и на клин, а он находится в равновесии,

тогда $F = N \sin \alpha = mg \cos \alpha \sin \alpha = N^*$ — сила реакции от центра (длина N не показана)

$$3. \begin{cases} m a_1 = mg - N \cos \alpha; \\ m a_2 = N \sin \alpha, \end{cases}$$

a_1 — укл. шара, a_2 — укл. клина,

проекции ускорения шара на перпендикуляр к клину равна $a_1 \cos \alpha$, а проекция $a_2 \cos \alpha$ на горизонталь равна $a_2 \cos \alpha \sin \alpha$, тогда н.к. на массу шара и шара равна, $a_1 \cos \alpha \sin \alpha = a_2$, тогда:

$$(mg - N \cos \alpha) \cos \alpha \sin \alpha = N \sin \alpha \Rightarrow N = mg \frac{\cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1}, \text{ а тогда}$$

$$a = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = 1 \frac{3}{4} \sqrt{3} \frac{m}{c^2}$$

$$4. a'(\alpha) = g \cdot \left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \right)' = \frac{5 \cos^2 \alpha - 1}{\cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 1} = 0 \Leftrightarrow \alpha \rightarrow \max$$

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

$$\alpha = \arccos\left(\sqrt{\frac{1}{5}}\right) \quad \alpha = \arccos \dots$$

$$5. a_{\max} = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = g \frac{\sqrt{5} - 1}{\sqrt{5} + 1} = 2,5 \sqrt{\frac{5-1}{5+1}} \frac{m}{c^2}$$

$$\text{Ответ: } F = 2,5 \sqrt{3} \text{ Н, } a = 1 \frac{3}{4} \sqrt{3} \frac{m}{c^2}, \cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{5}}, a_{\max} = 2,5 \sqrt{\frac{5-1}{5+1}} \frac{m}{c^2}$$



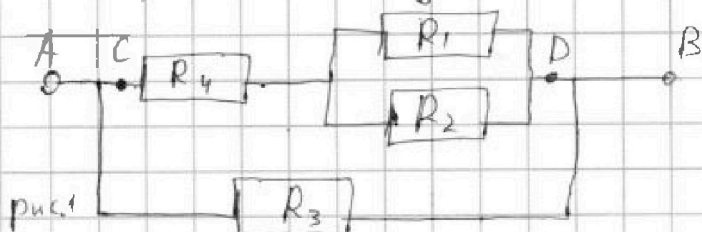
1 2 3 4 5 6 7

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!

№5

1. Нарисуйте схему эквивалентную данной в условии:



$$R_{CD} = R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 6 + \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} = 6 + \frac{100}{25} = 6 + 4 = 10 \text{ Ом}$$

составляем уравнение U_{CD} (подставляем на рис. 1)

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_{CD} \cdot R_3}{R_{CD} + R_3} = \frac{\left(R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right) \cdot R_3}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 + R_4} = \frac{(R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_1 R_2) \cdot R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_4 R_1 + R_4 R_2}$$

$$= 5 \text{ Ом}$$

$$2. P = \frac{U^2}{R_{\text{ЭКВ}}} = \frac{10 \cdot 10}{5} \text{ Вт} = 20 \text{ Вт}$$

$$3. \text{И. к. } R_3 = R_{CD}, \text{ т.е. } P_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{10 \cdot 10}{10} = 10 \text{ Вт} - \text{ мощность на } R_3$$

$$\text{И. к. } \frac{U_4}{R_4} = \frac{U_{12}}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{U_4}{U_{12}} = \frac{(R_1 + R_2) R_4}{R_1 R_2} = \frac{25 \cdot 6}{5 \cdot 20} = 1,5 \Rightarrow$$

$$\text{И. к. } U_4 + U_{12} = U, \quad U_4 = 6 \text{ В}, \quad U_{12} = 4 \text{ В}, \text{ т.е. } U_4 - \text{ напряжение на } R_4, \quad U_{12} - \text{ напряжение на } R_1 \text{ и } R_2.$$

$$\text{Тогда } P_4 = \frac{U_4^2}{R_4} = \frac{6^2}{6} = 6 \text{ Вт}, \quad P_1 = \frac{U_{12}^2}{R_1} = \frac{4^2}{5} = 3,2 \text{ Вт}, \quad P_2 = \frac{U_{12}^2}{R_2} =$$

$$= \frac{4^2}{20} = 0,8 \text{ Вт} \Rightarrow P_2 = P_{\text{min}} = 0,8 \text{ Вт}$$

Ответ: 1. $R_{\text{ЭКВ}} = 5 \text{ Ом}$, 2. $P = 20 \text{ Вт}$, 3. $P_{\text{min}} = 0,8 \text{ Вт}$



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!

~~110~~ $V(t) = \frac{m}{p}$ ~~110~~ $V_1 = \frac{S}{21}$ ~~110~~ $T_1 = \frac{S}{21 \cos \beta}$

$V(100) = \beta \frac{m}{p}$ $V_1 \sin \beta = V \sin \alpha$
 $\beta = \frac{V \sin \alpha}{V_1} = \frac{10}{24} \cdot 0,6 = 0,4$
 $\cos \beta = \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,84}$

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

$V_0 = k t_0 + \beta = \beta - 1$ $T_1 = \frac{S}{21 \cos \beta} = \frac{9600}{24 \sqrt{0,84}}$

$V = k t + \beta$ $V = \frac{(\beta - 1) t + m}{(100 - t_0) p} + \beta$ $\sin \alpha = \frac{400}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{84}}$

$\beta = V - \frac{(\beta - 1) t}{(100 - t_0) p}$ $\text{при } V = V(100)$

$\beta = V \left(\frac{100 - t_0}{100 - t_0} - \frac{(\beta - 1) t_0}{100 - t_0} \right) = \frac{1}{p} \left(\frac{t_{100} - \beta t_0}{100 - t_0} \right) m$ $V \sin \alpha = g t_1 = |V \sin \alpha - g t_1|$

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

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

$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$ $\frac{2000}{185} \left| \begin{array}{l} 21 \\ 95 \end{array} \right.$

$\frac{S}{2 \cos \beta - V \cos \alpha} = \frac{S}{\sqrt{1 - 0,16} - 0,8}$ $= \sqrt{1 - 0,49} = 0,87 \cdot 24$

$\frac{9600}{4,8 \sqrt{21} - 6,4} = \frac{96000}{4,8 \sqrt{21} - 6,4} = \frac{6000}{3,5 \sqrt{21} - 4}$ $\frac{9600}{24 \sqrt{0,84}} = \frac{400}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{6000 (3,5 \sqrt{21} + 4)}{2} = 95 \frac{5}{21} \sqrt{21}$

$\sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{24 - 9,6} = \sqrt{14,4} = 3,6$

$9 \cdot 21 - 16 = 189 - 16 = 173$ $= 1,2 \cdot 4 \sqrt{21} = 4,8 \sqrt{21}$

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!

$$T = S \cdot \frac{2gh \cos \beta}{v^2 \cos^2 \beta - u^2 \sin^2 \alpha} = 2S \cdot \frac{\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}}{v^2 - 2u^2 \sin^2 \alpha}$$

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

$$T'(\alpha) = 2S \cdot \frac{-u^2 \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2 \sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}} = (v^2 - 2u^2 \sin^2 \alpha) + 2u^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha \cdot \sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\left(\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha} \right)' = \frac{-u^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}} = \frac{-u^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$\begin{aligned} (v^2 - 2u^2 \sin^2 \alpha)' &= -2u^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha = \\ &= -4u^2 \sin \alpha \cos \alpha = \\ &= \frac{-4u^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}} \end{aligned}$$

$$T' = \frac{u^2 \sin \alpha \cos \alpha - 4u^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}}$$

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

$$T' = \frac{-u^2 \sin \alpha \cos \alpha \cdot (v^2 - 2u^2 \sin^2 \alpha) + 4u^2 \sin \alpha \cos \alpha \sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}}{\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$(v^2 - 2u^2 \sin^2 \alpha)^2$$

$$\frac{2 \cdot 900 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 = 40 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 = 6 \cdot 24 = 144}$$

$$3u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha - 2u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = 0$$

$$3u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha - 2u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = 0$$

$$3u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = 2u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha$$

$$3u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = 2u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha$$

$$3u^2 = 2u^2 \sin^2 \alpha$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{3u^2}{2u^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{u}{v} \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{24}{16} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$$

$$\frac{54}{16} = \frac{27}{8} \sin^2 \alpha = \left(\frac{3}{4}\right)^2 \cdot 6 = \frac{9}{16} \cdot 6 = \frac{54}{16} \quad \frac{3\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{3}\sqrt{2}}{4} = 0,75\sqrt{6}$$



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
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!

$$3v^2 u^2 \sin \alpha \cos \alpha = 2 v^4 \sin^3 \alpha \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = 0,45 \sqrt{6} \Rightarrow \alpha = \arcsin(0,45 \sqrt{6})$$

4. Полагая в формулу из пункта 3 α формулу

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

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

Черновик

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

$$T(\alpha)' = \frac{2S}{u^2 - v^2} \left(\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} \right)' = \frac{2S}{u^2 - v^2} \cdot \frac{-v^2 \cdot \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} =$$

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

$$\sin \beta = 0 \text{ или } \beta = 0, 180^\circ$$

$$\text{или } \alpha = 0$$

$$T = \frac{2S \cdot u}{u^2 - v^2} =$$

$$T = \frac{2S \cdot \sqrt{u^2 - v^2}}{u^2 - v^2} = \frac{2S}{\sqrt{u^2 - v^2}}$$

$$T = \frac{2S \cdot 24}{24^2 - 16^2} = \frac{2S \cdot 24}{40 \cdot 8} = \frac{2S \cdot 3}{40} = \frac{2S}{\sqrt{40^2 - 16^2}} =$$

$$2S \cdot \frac{24}{(24+16)(24-16)} = 2S \cdot \frac{24}{40 \cdot 8} = 2S \cdot \frac{3}{40} = \frac{2S}{\sqrt{40^2 - 16^2}} =$$

$$\alpha = \frac{3}{40} = \frac{3 \cdot \sqrt{5}}{40 \cdot \sqrt{5}} = \frac{3 \cdot 0,5 \sqrt{5}}{10 \cdot \sqrt{5}} = \frac{0,6 \sqrt{5}}{10 \cdot \sqrt{5}} = \frac{0,6 \cdot 2,2}{10 \cdot 2,2} = \frac{0,6 \cdot 2,2}{22} = \frac{1,32}{22} = \frac{1}{\sqrt{320}}$$

$$\sqrt{20^2 - 8^2} = 8\sqrt{5}$$

$$= \frac{2S}{8\sqrt{5}}$$



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!

№4

$$k = \frac{V(100^\circ\text{C}) - V(0^\circ\text{C})}{t_{100} - t_0} = \frac{V(0^\circ\text{C})(\beta - 1)}{t_{100} - t_0} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$$

— коэффициент
максимума
графика,

~~$$\text{масса } \beta = V(0^\circ\text{C}) - k t_0 = \frac{m}{\rho} \left(1 - \frac{(\beta - 1)t_0}{t_{100} - t_0} \right) =$$

$$= \frac{m(t_{100} - t_0 \beta)}{\rho(t_{100} - t_0)}, \text{ м. к. } t_0 = 0^\circ\text{C}, \text{ м. к. } \beta = \frac{m}{\rho}$$~~

масса $\beta = V(0^\circ\text{C}) = \frac{m}{\rho}$, а масса:

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

$$2. \Delta V = V(42^\circ\text{C}) - V(t_2) - V(t_1) = \frac{m(\beta - 1)(t_2 - t_1)}{\rho(t_{100} - t_0)} = 1 \frac{29}{34} \text{ мм}^3$$

3. Чтобы найти площадь поперечного сечения цилиндра по заданным ΔV на L - расстояние между отметками t_1 и t_2 на рт. термометре:

$$S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{63}{1700} \text{ мм}^2$$

Ответ: $V(t) = \frac{m(\beta - 1)t}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}$, $\Delta V = \frac{m(\beta - 1)(t_2 - t_1)}{\rho(t_{100} - t_0)} = 1 \frac{29}{34} \text{ мм}^3$,

$$S = \frac{63}{1700} \text{ мм}^2$$



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
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!

$$V(t_0) = \frac{m}{\rho} \quad V(100) = BV(t_0) = \frac{m}{\rho} B \left(b = \frac{m}{\rho} \left(1 - \frac{(\beta-1)t}{100-t_0} \right) = \right)$$

$$B = \frac{V(100) - V_0}{\frac{m}{\rho}(100-t_0)} = \frac{m(\beta-1)}{\rho(100-t_0)} = \frac{m}{\rho} \frac{1-t_0-t_0\beta}{(100-t_0)}$$

$$V(t) = kt + b = \frac{m(\beta-1)}{\rho(100-t_0)} t + b = \frac{m}{\rho} S \left(\frac{2 \cos^2 \beta}{v^2 \cos^2 \beta - v^2 \cos^2 \alpha} \right) =$$

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

$$V_0 = kt_0 + b = \frac{m(\beta-1)}{\rho(100-t_0)} t_0 + b = \frac{m}{\rho} \frac{100-t_0-t_0\beta}{100-t_0}$$

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

$$\Delta V = \frac{m(\beta-1)}{\rho(100-t_0)} (40-35) = \frac{2 \cdot 0,018}{1,36 \cdot 100} \cdot 5 = 7^\circ = 0,302$$

$$\approx \frac{2 \cdot 0,018 \cdot 5}{1,36 \cdot 100} \quad \text{cos}^3 = \frac{2 \cdot 18 \cdot 7}{1360 \cdot 100} = \frac{18 \cdot 7}{580 \cdot 100} \quad \text{cos}^3 = \frac{125}{1000}$$

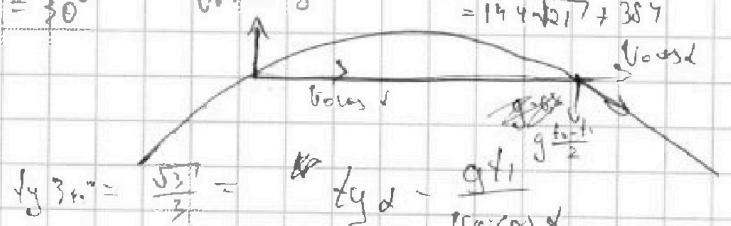
$$\frac{63}{34}$$

$$\frac{24000}{12 \sqrt{17-32}} = \frac{6000}{3\sqrt{17-8}} = \frac{18 \cdot 7}{68} \quad \text{mm}^3 = \frac{9 \cdot 7}{34} \quad \text{mm}^3 = \frac{63}{34} \quad \text{mm}^3 =$$

$$\frac{6000}{1000} \cdot 1,25 = 7,5$$

$$\frac{9 \cdot 7}{34 \cdot 50} = \frac{63}{1700} \quad \text{mm}^2 = \frac{148}{32} = 4,625 \quad \frac{25}{34} = 0,735 \quad \frac{63}{34 \cdot 50} = 0,367$$

$$\beta = 30^\circ \quad v_0 \sin \alpha = gt_1 \quad 48(13\sqrt{17} + 8) = 144\sqrt{17} + 387 \quad 50 \cdot \frac{98}{13\sqrt{17} + 8}$$



$$y_{30} = \frac{5,37}{3} = 1,79 \quad y_d = \frac{gt_1}{v \cos \alpha} \quad \frac{g(t_2-t_1)}{2 v \cos \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$x \sin \alpha = x \sin \beta \quad T_1 = \frac{S}{v \cos \beta} = \frac{S}{v \cos \alpha} = 8 + 4,8 = 12,8$$

$$x \sin \beta = \frac{v x \sin \alpha}{v \cos \beta} = \frac{v x \sin \alpha}{v \cos \beta} = \frac{v x \sin \alpha}{v \cos \beta}$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{S}{v \cos \beta} + \frac{S}{v \cos \alpha} = \frac{S}{v \cos \beta} + \frac{S}{v \cos \alpha} = \frac{S}{v \cos \beta} + \frac{S}{v \cos \alpha}$$

$$= 24 \cdot \frac{100}{5} = 480 \quad \frac{9600}{24 \cdot 50} = 80$$

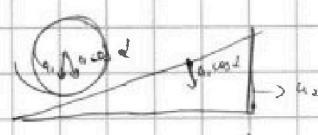
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

$2R \cos \beta =$

 $a_1 \cos \alpha \sin \alpha = a_2$
 $\frac{mg - W \cos \alpha}{m} \cos \alpha \sin \alpha = \frac{W \sin \alpha}{m}$
 $mg \cos \alpha - W \cos^2 \alpha = W$
 $W(1 + \cos^2 \alpha) = mg \cos \alpha$
 $W = mg \frac{\cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1}$
 $a_1 = \frac{mg - W \cos \alpha}{m} = g - g \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = g \frac{1}{\cos^2 \alpha + 1}$
 $a_2 = \frac{W \sin \alpha}{m} = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1}$
 $\cos^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\sqrt{5}} + 1$
 $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2\cos^2 \alpha - 1$
 $\frac{(2\cos^2 \alpha - 1)'}{\cos^2 \alpha + 1} = \frac{(1+1)'}{\cos^2 \alpha + 1} = \frac{2 \cdot 2\cos \alpha \cdot (-\sin \alpha)}{\cos^2 \alpha + 1} = \frac{-4\cos \alpha \sin \alpha}{\cos^2 \alpha + 1}$
 $\left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \right)' = \frac{(\sin 2\alpha)'}{2(\cos^2 \alpha + 1)} = \frac{(2\cos^2 \alpha) \cdot (\cos^2 \alpha + 1)' + \cos^2 \alpha \cdot (\sin^2 \alpha)'}{2(\cos^2 \alpha + 1)^2}$
 $= \frac{2\cos^2 \alpha \cdot (-2\cos \alpha \sin \alpha) + \cos^2 \alpha \cdot 2\sin \alpha \cos \alpha}{2(\cos^2 \alpha + 1)^2}$
 $= \frac{-2\cos^3 \alpha \sin \alpha + 2\cos^3 \alpha \sin \alpha}{2(\cos^2 \alpha + 1)^2} = 0$
 $\cos^2 \alpha = \frac{1}{5}$
 $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$
 $\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$

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.



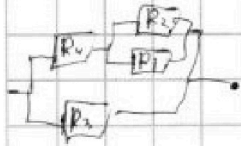
1 2 3 4 5 6 7

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!

1.1. $U = \frac{S}{I_0} = \frac{9600}{400} \frac{1}{2} = 12$ $\frac{10 \cdot 10}{20} = 5$

1.2.



$R_0 =$

$U \cos \alpha = U \cos \beta$

$R_{eq} = R_1 R_2 + R_3 R_4 + R_5$

$\cos \alpha = \frac{P_1 + P_2}{U \cdot I} = \frac{16 + 0,36}{16 \cdot 0,8} = 0,8$

$\cos \beta = \frac{U \cos \alpha}{I} = \frac{16 \cdot 0,8}{24} = \frac{2 \cdot 8}{3 \cdot 3} = \frac{2}{3} \cdot 0,8 = \frac{1,6}{3} = \frac{16}{30} = \frac{8}{15}$

$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{64}{225}} = \frac{15^2 - 8^2}{15} = \frac{159}{15} = \frac{53}{5}$

$U \sin \alpha = U \sin \beta$

$\cos \beta = \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,84} = 0,9165$

$\sin \beta = \frac{U \sin \alpha}{U} = \frac{16 \cdot 0,6}{24} = \frac{2}{3} \cdot 0,6 = 0,4$

$= 0,2 \sqrt{0,21} = 0,2 \sqrt{21}$

$\sqrt{1 - \frac{21}{25}} = \sqrt{\frac{4}{25}} = \frac{2}{5} = 0,4$

$\frac{9600 \cdot 5}{24 \sqrt{21}} = \frac{2000}{\sqrt{21}} = \frac{2000 \cdot \sqrt{21}}{21}$

$\frac{2000 \cdot 95}{21 \cdot 95} = \frac{185}{21} = \frac{765}{5}$

$\frac{2000}{21} \sqrt{21}$

$\frac{2000 \cdot 21}{188 \cdot 95} = \frac{95 \cdot 5}{21} \sqrt{21}$

$95 \frac{5}{21} \sqrt{21}$

$U \cos \beta \cdot I = S$

$24 \cdot \frac{8}{15} \cdot 0,8 = 1,28$

$\frac{95}{21} \cdot \frac{95}{21} = \frac{180}{1895}$



$\frac{336 \cdot 21}{21 \cdot 172} = \frac{126}{172}$

$\cos \beta = \frac{\sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}}{U} = \frac{16 \cdot 0,6}{16} = 0,6$

$U^2 - U^2 \sin^2 \alpha = 24^2 - 9,6^2 = 14,4 \cdot 33,6 = 483,84$

$\frac{316 \cdot 21}{21 \cdot 105} = \frac{106}{105}$

$\frac{9600}{\sqrt{24^2 - 16^2 \cdot 0,6^2}} = \frac{9600}{\sqrt{(24 - 9,6) \cdot (24 + 9,6)}} = \frac{9600}{21,2 \cdot \sqrt{33,6}}$

$\sqrt{1,44 \cdot 21 \cdot 12} = 1,2 \cdot 6 \cdot \sqrt{3} = 7,2 \sqrt{3}$

$\frac{9600}{11 \sqrt{3}} = \frac{9600}{1,2 \cdot 10} = 800$

$\frac{2000}{95} = \frac{9600}{1,2 \cdot 54 \cdot 6} = \frac{9600}{324} = \frac{1600}{54} = \frac{400}{13,5} = \frac{900 \sqrt{3}}{21} = \frac{25 \cdot 16}{9 \cdot 3} = \frac{5}{9} \cdot 16$



$F = mg \sin \alpha \cos \alpha$