

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.

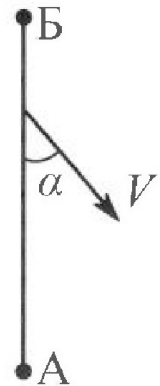
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

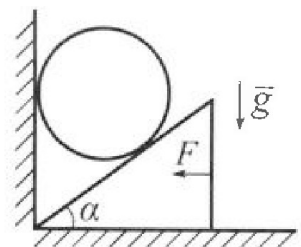
2. Найдите максимальную высоту H полета.

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

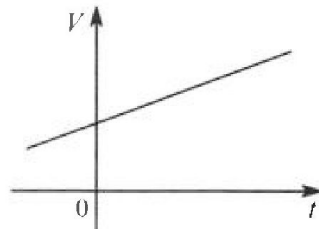
Вариант 09-01

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.

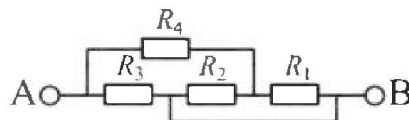


1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ 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 ☐

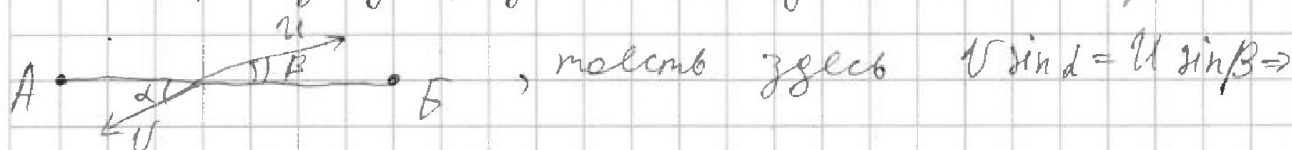
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

N 1

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

2. Чтобы аппарат не сносило ветром, проекции скорости ветра и аппарата на ось перпендикулярную к АВ должны быть равны:



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

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

$$T_1 = \frac{S}{u \cos \beta} = \frac{S}{\sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha}} = \frac{2000}{\sqrt{51}} \text{ с} = 95 \frac{5}{\sqrt{21}} \text{ с}$$

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 движется из А в В и обратно, то время составит:

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

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

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



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 ~~свои~~

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

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

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

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



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. М.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 изменялся высота была максимумом, а значит горизонтальность пути, равна:

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

2. М.к. В t_1 и t_2 модуль скорости равен, но

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

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

$\sin \alpha$ — д-ция между начальной скоростью и горизонталью.

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

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

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



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.

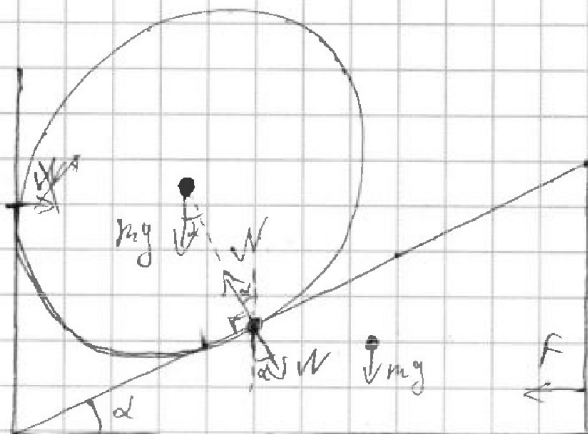
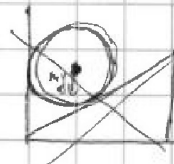
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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.



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

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

тогда $F = N \sin \alpha = mg \cos \alpha \sin \alpha = N^* - \text{сила реакции от центра}$
 $= 2,5\sqrt{3} \text{ Н}$ (взаимодейств. не рассматривается)

$$3. \begin{cases} m_1 a_1 = mg - N \cos \alpha; \\ m_2 a_2 = N \sin \alpha, \end{cases}$$

a_1 - укл. шара, a_2 - укл. клина,

проекция ускорения шара на перпендикуляр к клину равна $a_1 \cos \alpha$, а проекция $a_1 \cos \alpha$ на горизонтальную равна $a_1 \cos \alpha \sin \alpha$, тогда п.к. на массу клина и шар равна, $a_1 \cos \alpha \sin \alpha = a_2$, тогда:

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

$$a = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = 1 \frac{3}{4} \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

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

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

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

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



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:



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

сопротивление участка CD (обозначен на рис. 1)

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_{CD} \cdot R_3}{R_{CD} + R_3} = \frac{\left(R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right) \cdot R_3}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 + R_4} = \frac{(R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_1 R_2) \cdot R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_4 R_1 + R_4 R_2} = 5 \text{ Ом}$$

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

$$3. \text{М.к. } R_3 = R_{CD}, \text{ — не } P_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{10 \cdot 10}{10} = 10 \text{ Вт} \text{ — максимум на } R_3$$

$$R_{P_4} \rightarrow \frac{U_4}{R_4} = \frac{U_{12}(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} \Rightarrow \frac{U_4}{U_{12}} = \frac{(R_1 + R_2) R_4}{R_1 R_2} = \frac{25 \cdot 6}{5 \cdot 20} = 1,5 \Rightarrow$$

$$\text{М.к. } U_4 + U_{12} = U, U_4 = 6 \text{ В}, U_{12} = 4 \text{ В}, \text{ где } U_4 \text{ — максимум на } R_4, U_{12} \text{ — максимум на } R_1 \text{ и } R_2. \\ \text{Потом } P_4 = \frac{U_4^2}{R_4} = \frac{6^2}{6} = 6 \text{ Вт}, P_1 = \frac{U_{12}^2}{R_1} = \frac{4^2}{5} = 3,2 \text{ Вт}, P_2 = \frac{U_{12}^2}{R_2} = \frac{4^2}{20} = 0,8 \text{ Вт} \Rightarrow P_2 = P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$$

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

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!



$$4. T_{max} = T = S \cdot \frac{2 \eta \cos \beta}{\eta^2 \cos^2 \beta - v^2 \sin^2 \alpha} = 2S \cdot \frac{\sqrt{\eta^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{\eta^2 - 2v^2 \sin^2 \alpha}$$

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

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

$$\begin{aligned} (\sqrt{\eta^2 - v^2 \sin^2 \alpha})' &= \frac{1}{2} \frac{(\eta^2 - v^2 \sin^2 \alpha)'}{\sqrt{\eta^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} = \frac{1}{2} \frac{-2v^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{\eta^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} \\ &= -\frac{v^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{\eta^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$-2v^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha - 2v^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = -4v^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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



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. Полагавшим α из пункта 3 в 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

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

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

$$= -v^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = \frac{\sin 2\alpha}{2} = 0$$

$$\sin \beta = 0 \Rightarrow \beta = 0, 180^\circ$$

$$\sin \alpha = 0$$

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

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

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

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

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

$$= 2S \cdot \frac{1}{\sqrt{40 \cdot 8}} =$$

$$= 2S \cdot \frac{1}{\sqrt{320}} =$$



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!

N 4

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

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

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

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

$$S = \frac{63}{1700} \text{ мм}^2$$

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!



$$2\pi \cos \beta =$$

$$a' = g \cdot \left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \right)'$$

$$= (\sin \alpha \cos \alpha)' (\cos^2 \alpha + 1) + (\cos^2 \alpha + 1)' \sin \alpha \cos \alpha$$

$$(\sin \alpha \cos \alpha)' = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$$

$$(\cos^2 \alpha)' = 2 \cos \alpha (-\sin \alpha)$$

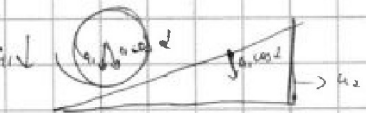
$$\frac{\cos^2 \alpha + 1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = g \frac{1}{1 + \cos^2 \alpha}$$

$$(2 \cos^2 \alpha - 1) (\cos^2 \alpha + 1) + 2(-\sin \alpha \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cos \alpha =$$

$$4 \cos^2 \alpha \cos^2 \alpha + 2 \cos^2 \alpha - 1 =$$

$$- 2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha =$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{5}}} = \frac{\sqrt{5-1}}{2\sqrt{5}}$$



$$a_1 \cos \alpha \sin \alpha = a_2$$

$$\frac{mg - W \cos \alpha}{m} \cos \alpha \sin \alpha = \frac{W \sin \alpha}{m}$$

$$mg \cos \alpha - W \cos^2 \alpha = W$$

$$W(1 + \cos^2 \alpha) = mg \cos \alpha$$

$$W = mg \frac{\cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1}$$

$$a_1 = \frac{mg - W \cos \alpha}{m} = g - g \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = g \frac{1}{1 + \cos^2 \alpha}$$

$$a_2 = \frac{W \sin \alpha}{m} = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1}$$

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

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

$$\left(\frac{2 \cos^2 \alpha - 1}{\cos^2 \alpha + 1} \right)' = \frac{(1 + 1)'}{\cos^2 \alpha + 1} = \frac{2}{\cos^2 \alpha + 1}$$

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

$$= \frac{(2 \cos^2 \alpha - 1)' (\cos^2 \alpha + 1) - (2 \cos^2 \alpha - 1) (\cos^2 \alpha + 1)'}{(\cos^2 \alpha + 1)^2}$$

$$\left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \right)' = \left(\frac{\sin 2\alpha}{2(\cos^2 \alpha + 1)} \right)' = \frac{(2 \cos^2 \alpha)' \cdot (\cos^2 \alpha + 1) - 2 \cos^2 \alpha \cdot 2 \cos \alpha (-\sin \alpha)}{4(\cos^2 \alpha + 1)^2}$$

$$= \frac{2 \cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha}{4(\cos^2 \alpha + 1)^2}$$

$$(2 \cos^2 \alpha - 1) (\cos^2 \alpha + 1) - \cos^2 \alpha (1 - \cos^2 \alpha) =$$

$$= 4 \cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha - 1 - \cos^2 \alpha + \cos^4 \alpha =$$

$$= 5 \cos^4 \alpha - 1 = 0$$

$$\cos^4 \alpha = \frac{1}{5}$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{5}}} = \frac{\sqrt{5-1}}{\sqrt{5}}$$

$$g \left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \right)' = g \left(\frac{\sin 2\alpha}{2(\cos^2 \alpha + 1)} \right)'$$

$$= \frac{(-\cos 2\alpha) (\cos^2 \alpha + 1) - \cos 2\alpha \cdot 2 \cos \alpha (-\sin \alpha)}{4(\cos^2 \alpha + 1)^2}$$

[illegible]