

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.

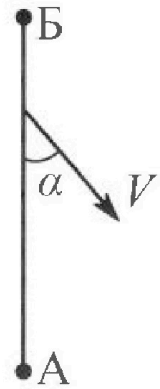
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

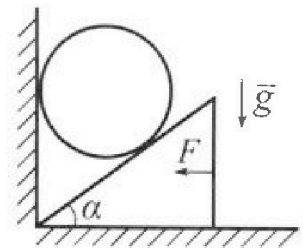
2. Найдите максимальную высоту H полета.

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

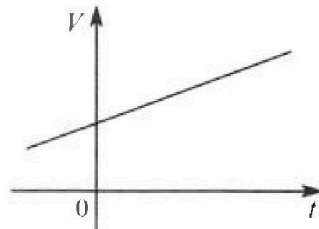
Вариант 09-01

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.

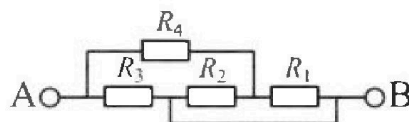


1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$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

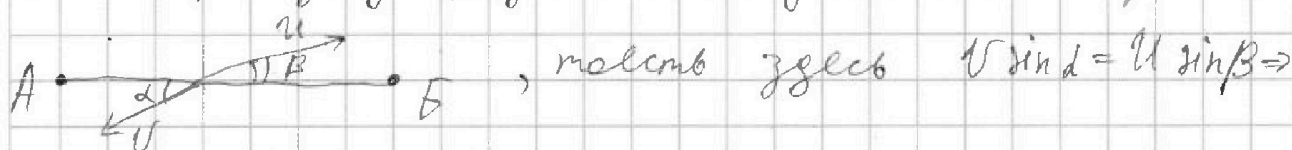
СТРАНИЦА
1 из 2

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

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

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



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

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

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

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~~ ~~и~~

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

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

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

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



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 изменился высота была максимальной, 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 горизонтальной.

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

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

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



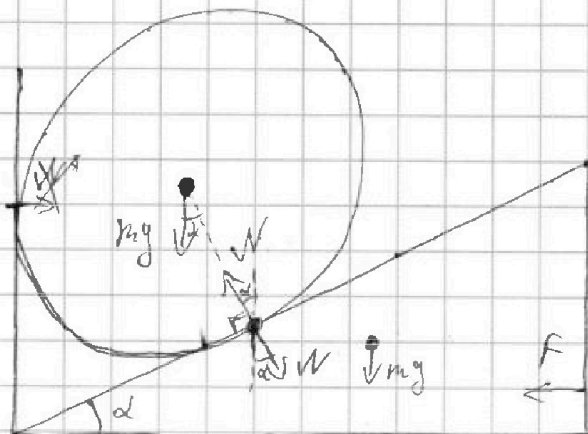
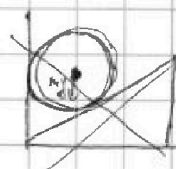
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 н.к. сила N действует к шару, 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. сила не показывается)

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

a_1 - ускор. шара, a_2 - ускор. 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 н.к. на массу клина и шар равна, $a_1 \cos \alpha \sin \alpha = a_2$, тогда:

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

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

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

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

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

$$5. a_{\max} = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = g \frac{\sqrt{\sqrt{5}-1}}{\sqrt{5}+1} = 2,5 \sqrt[3]{\sqrt{5}-1} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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



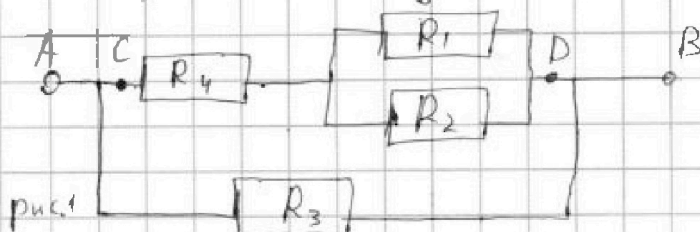
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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:



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

сокращенное выражение R_{CD} (обозначен на рис. 1)

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

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

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

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

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

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

~~11.15~~ $V(t) = \frac{m}{p}$

$V(100) = \beta \frac{m}{p}$

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

$V_t = k t_0 + b = \beta - t$

$V = k t + b \quad V = \frac{(\beta - 1) t m}{(100 - t_0) p} + b$

$b = V - \frac{(\beta - 1) t m}{(100 - t_0) p} \quad \text{für } V = V(100)$

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

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

$\frac{m}{p(100 - t_0)} (t\beta - t + 100 - \beta t_0)$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,16} = 0,8$

$\frac{5}{2 \cos \beta - V \cos \alpha} = \frac{5}{\sqrt{1 - 0,16} - 0,8 \cos \alpha}$

$\frac{9600}{48\sqrt{21} - 6,4} = \frac{96000 - 6000}{48\sqrt{21} - 6,4}$

$6000(3\sqrt{21} + 4)$

$9 \cdot 21 - 16 = 189 - 16 = 173$

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

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

$\frac{9600}{1,9 \sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{0,84}}$

$\frac{4000}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{0,9165} = 4364,4$

$\frac{4364,4}{\sqrt{21}} = 95,21$

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

$\sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4\sqrt{21} = 4,8\sqrt{21}$

$\sqrt{1 - 0,16}$



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!

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

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

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

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

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

$$(v^2 - 2u^2 \sin^2 \alpha)' = -2u^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha = -4u^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

$$\frac{2 \cdot 900 \cdot 24^3}{40 \cdot 8 \cdot 24 \cdot 3} = 624 = 144$$

$$-2u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha - 4u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = -6u^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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



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. Полагавшим α из пункта 3 в формулу

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

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

Черновик

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

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

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

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

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

$$\sin \alpha = 0$$

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

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

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

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

$$\alpha = \frac{3}{40} = \frac{3 \cdot 24 \sqrt{5}}{10 \cdot 2S \cdot \sqrt{5}} = \frac{6 \sqrt{5}}{10} = 0,6 \sqrt{5}$$

$$\alpha = \frac{3}{40} = \frac{3 \cdot 24 \sqrt{5}}{10 \cdot 2S \cdot \sqrt{5}} = \frac{6 \sqrt{5}}{10} = 0,6 \sqrt{5}$$

$$120' = 8 \sqrt{5}$$

$$= 2S \cdot \frac{1}{4 \sqrt{50}} =$$



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

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

$$\text{масса } \theta = V(0^\circ\text{C}) - k t_0 = \frac{m}{\rho} \left(1 - \frac{(B-1)t_0}{t_{100} - t_0} \right) = \frac{m(t_{100} - t_0 B)}{\rho(t_{100} - t_0)}, \quad \text{м. к. } t_0 = 0^\circ\text{C}, \quad \text{масса } \theta = \frac{m}{\rho}$$

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

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

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

3. Чтобы найти площадь поперечного сечения цилиндра, разделим ΔV на L — расстояние между отметками t_1 и t_2 на рт. термометре:

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

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

$$S = \frac{63}{1700} \text{ мм}^2$$



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.



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!

$$V(0) = \frac{m}{\rho} \quad V(100) = BV(0) = \frac{m}{\rho} B \quad b = \frac{m}{\rho} \left(1 - \frac{(B-1)t}{t_{100}-t_0} \right) =$$

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

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

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

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

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

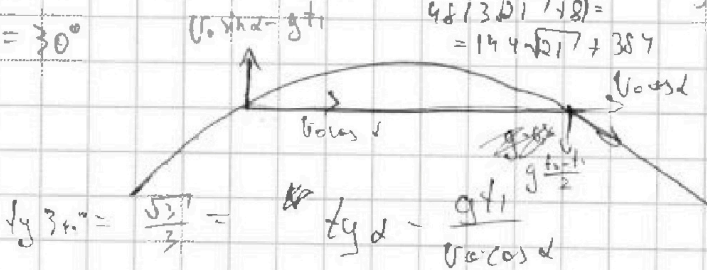
$$\Delta V = \frac{m(B-1)}{\rho(t_{100}-t_0)} (42-35) = \frac{22 \cdot 0,018}{1,36 \cdot 100} \cdot 7^\circ = \frac{0,0362}{1,36}$$

$$= \frac{22 \cdot 0,018 \cdot 7}{1,36 \cdot 100} \text{ см}^3 = \frac{2 \cdot 18 \cdot 7}{1360 \cdot 100} = \frac{18 \cdot 7}{680 \cdot 100} \text{ см}^3 = \frac{126}{68000} \text{ см}^3$$

$$\frac{63}{34} = \frac{24000}{12 \sqrt{217-32}} = \frac{6000}{\sqrt{217-32}} = \frac{18 \cdot 7}{68} \text{ мм}^3 = \frac{9 \cdot 7}{34} \text{ мм}^3 = \frac{63}{34} \text{ мм}^3 = \frac{63}{34} \text{ мм}^3$$

$$\frac{63}{34} = \frac{9 \cdot 7}{34 \cdot 50} = \frac{63}{1700} \text{ мм}^2 = \frac{148}{32} = \frac{125}{34} = \frac{63}{34 \cdot 50} = \frac{63}{1700} = \frac{63}{1700} = \frac{63}{1700}$$

$$\beta = 30^\circ$$



$$y_{3m} = \frac{537}{3} =$$

$$t_{yd} = \frac{gt}{v_0 \cos \alpha}$$

$$\frac{g(t_2 - t_1)}{2 v_0 \cos \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$x_{1A} \text{ и } v = x_{1B} \text{ и } u$$

$$x_{1B} = \frac{v x_{1A}}{u}$$

$$T = T_1 \text{ и } T_2 =$$

$$T_1 = \frac{S}{v \cos \beta} = \frac{S}{v \cos \beta}$$

$$\frac{v \cos \beta - v \cos \alpha}{v^2 \cos^2 \beta - v^2 \cos^2 \alpha} = \frac{S}{v^2 \cos^2 \beta - v^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{S}{24 \cdot \frac{10}{3}} = \frac{16 \cdot 10}{1600} = \frac{160}{1600} = 0,1$$

$$\frac{16 \cdot 10}{1600} = 0,1$$

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 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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$a_2 = \frac{\sqrt{5} \sin \alpha}{m} = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1}$$

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

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

$$\left(\frac{2 \cos^2 \alpha - 1}{\cos^2 \alpha + 1} \right)' = \frac{(1+1)'}{\cos^2 \alpha + 1} = \frac{2}{\cos^2 \alpha + 1} = \frac{\sqrt{5-1}}{\sqrt{5}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$g \left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \right)' = g \left(\frac{\sin 2\alpha}{\cos^2 \alpha + 3} \right)'$$

$$= \frac{(-\cos 2\alpha) (\cos^2 \alpha + 3) - \cos 2\alpha \cdot 2 \sin 2\alpha}{(\cos^2 \alpha + 3)^2}$$

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.



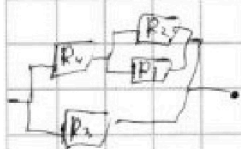
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$1.1. U = \frac{S}{T_c} = \frac{9600}{4200} \text{ ч} = 24 \text{ ч} \quad \frac{10 \cdot 10}{20} = 5$$

1.2.



$R_0 =$

$$U_{\text{ind}} = U \cos \beta$$

$$R_{\text{eq}} = R_1 R_2 + R_3 R_4 + R_1 R_3$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

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

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{64}{225}} = \sqrt{\frac{161}{225}} = \frac{\sqrt{161}}{15}$$

$$\frac{15^2 \cdot 8^2}{15} = \frac{(15-8)(15+8)}{15} = \frac{7 \cdot 23}{15}$$

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

$$\cos \beta = \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,84} = \sqrt{0,21} = 0,45$$

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

$$= 0,24 \cdot 2 \sqrt{0,21} = 0,2 \sqrt{21}$$

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

$$4 \frac{9600 \cdot 5}{24 \sqrt{21}} = \frac{2000}{\sqrt{21}} = \frac{2000 \cdot \sqrt{21}}{21}$$

$$\frac{2000 \cdot 9,5}{21 \cdot 4,5} = \frac{18,9}{7,65} = \frac{189}{765} = \frac{21}{95}$$

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

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

$$\frac{2000 \cdot 21}{189 \cdot 95} = \frac{116}{106} = \frac{58}{53}$$

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

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

$$24 \cdot \frac{9600}{24} \cdot \frac{21}{95} = \frac{9600 \cdot 21}{95} = 2000$$

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

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{U^2 - U^2 \sin^2 \alpha}}{U} = \frac{\sqrt{24^2 - 16^2 \cdot 0,6^2}}{24} = \frac{16 \cdot 0,6}{24} = 0,4$$

$$U^2 - U^2 \sin^2 \alpha = 5400$$

$$\frac{316 \cdot 21}{21 \cdot 106} = \frac{106}{106} = 1$$

$$\frac{316 \cdot 21}{21 \cdot 106} = \frac{106}{106} = 1$$

$$\frac{9600}{\sqrt{24^2 - 16^2 \cdot 0,6^2}} = \frac{9600}{\sqrt{(24-9,6)(24+9,6)}} = \frac{9600}{21,2 \cdot \sqrt{31,6}} = \frac{9600}{21,2 \cdot 5,62} = \frac{9600}{119,24} = 80,5$$

$$= 1,2 \cdot 6 \cdot 5,62 = 40,27$$

$$\frac{9600}{119,24} = 80,5$$

$$\frac{9600}{\sqrt{1,44 \cdot 21 \cdot 12}} = \frac{9600}{4,2 \cdot 5,47 \cdot 6} = \frac{1600}{6,327} = 253$$

$$\frac{9600}{21,2} = 452,8$$

$$a \cdot h = \frac{g}{g} \Rightarrow h = h \cdot \frac{g}{g}$$

$$F = m g \sin \alpha \cos \alpha$$

