

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.

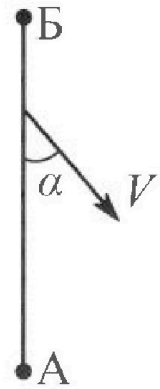
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 16$  м/с под углом  $\alpha$  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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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

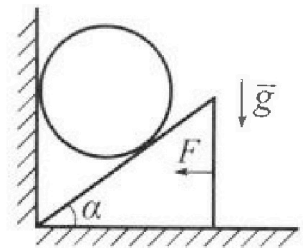
2. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.

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/с<sup>2</sup>.

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.

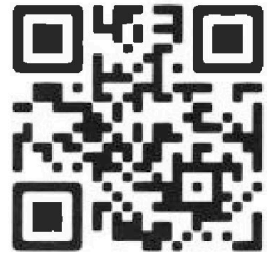
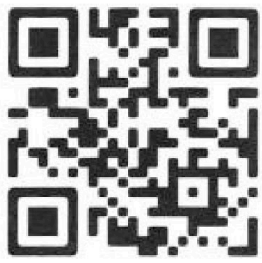
4. При каком значении угла  $\alpha$  ускорение клина максимальное?

5. Найдите максимальное ускорение  $a_{MAX}$  клина.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

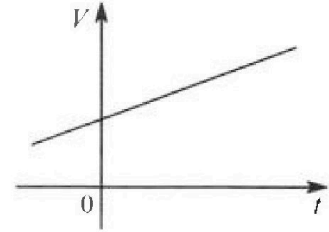
Вариант 09-01

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/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

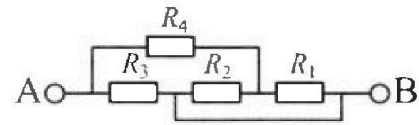


1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

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  $P_{\text{MIN}}$ .

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

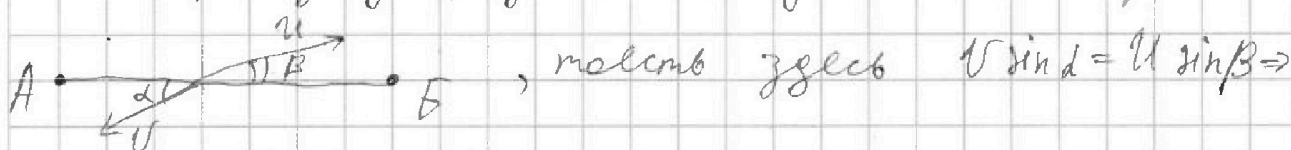
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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:



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

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

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

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  $\alpha$  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.



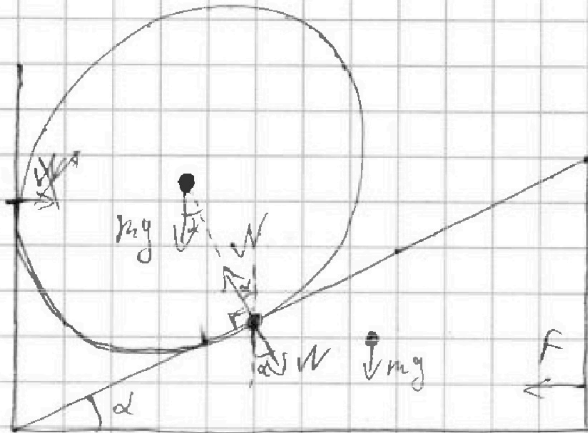
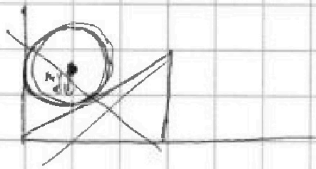
1  2  3  4  5  6  7

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:

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

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

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

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

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

$$5. a_{\max} = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} = g \frac{\sqrt{5-1}}{\sqrt{5}+1} = 2,5 \frac{2}{3} \sqrt{5-1} \frac{m}{c^2}$$

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



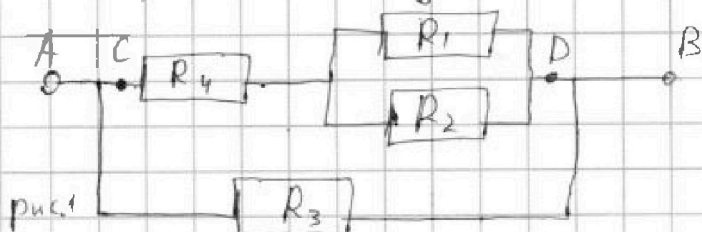
1  2  3  4  5  6  7

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!

~~V(t) = \frac{m}{p}~~ ~~V\_1 = S~~ ~~T = S \cdot T~~

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

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

$V_0 = k t_0 + \beta = \beta - t$

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

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

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

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

$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$

$\frac{S}{2 \cos \beta} = V \cos \alpha = \frac{S}{\sqrt{1 - 0,36}} = \frac{S}{0,8}$

$\frac{9600}{4,8 \sqrt{21}} = \frac{96000}{4,8 \sqrt{21} \cdot 10} = \frac{6000}{3 \sqrt{21} \cdot 4}$

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

$9 \cdot 21 \cdot 16 = 189 \cdot 16 = 17 \cdot 3$

$V \sin \alpha = V \sin \alpha$

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

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

$T_1 = \frac{S}{21 \cos \beta} = \frac{9600}{21 \sqrt{0,84}} = \frac{400}{\sqrt{0,84}} = \frac{4000}{\sqrt{84}} = \frac{2000}{\sqrt{21}}$

$V \sin \alpha = \frac{2000}{\sqrt{21}}$

$V \sin \alpha - g t_1 = V \sin \alpha - g t_1$

$\sqrt{1 - \left( \frac{16 - 0,36}{24} \right)^2} = \sqrt{1 - 0,49} = 0,87 \cdot 24$

$\frac{9600}{24 \cdot 0,87} = \frac{400}{\sqrt{0,47}} = \frac{4000}{\sqrt{47}} = 95 \sqrt{21}$

$\sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{24^2 - 9,6^2} = \sqrt{14,4 \cdot 336} = 1,2 \sqrt{336} = 1,2 \cdot 4 \sqrt{21} = 4,8 \sqrt{21}$



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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  $\alpha$  из пункта 3 в формулу

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

**Черновик**

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

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

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

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

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

$$\text{при } \alpha = 0$$

$$T = \frac{2S \cdot u^2}{u^2 - v^2} = \frac{2S \cdot 100}{20^2 - 16^2} = \frac{2000}{24} = 83,33$$

$$\text{при } \alpha = 90^\circ$$

$$T = \frac{2S \cdot \sqrt{u^2 - v^2}}{u^2 - v^2} = \frac{2S}{\sqrt{u^2 - v^2}} = \frac{2000}{\sqrt{20^2 - 16^2}} = \frac{2000}{24} = 83,33$$

$$T = 2S \cdot \frac{24}{20^2 - 16^2} = 2000 \cdot \frac{24}{24} = 2000$$

$$T = 2S \cdot \frac{24}{40 \cdot 8} = 2000 \cdot \frac{24}{320} = 2000 \cdot \frac{3}{40} = 150$$

$$2S \cdot \frac{24}{(24+8)(24-8)} = 2000 \cdot \frac{24}{32 \cdot 16} = 2000 \cdot \frac{24}{512} = 2000 \cdot \frac{3}{64} = 75$$

$$\alpha = \frac{3}{40} = \frac{3 \cdot 2,2}{80,5} = \frac{6,6}{80,5} = 0,082$$

$$\alpha = \frac{3}{40} = \frac{3 \cdot 2,2}{80,5} = \frac{6,6}{80,5} = 0,082$$

$$\alpha = \frac{3}{40} = \frac{3 \cdot 2,2}{80,5} = \frac{6,6}{80,5} = 0,082$$

$$\alpha = \frac{3}{40} = \frac{3 \cdot 2,2}{80,5} = \frac{6,6}{80,5} = 0,082$$



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, разделим  $\Delta V$  на  $L$  — расстояние между отметками  $t_1$  и  $t_2$  на рт. термометре:

$$S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{63}{1400} \text{ мм}^2$$

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

$$S = \frac{63}{1400} \text{ мм}^2$$



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!

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

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

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

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

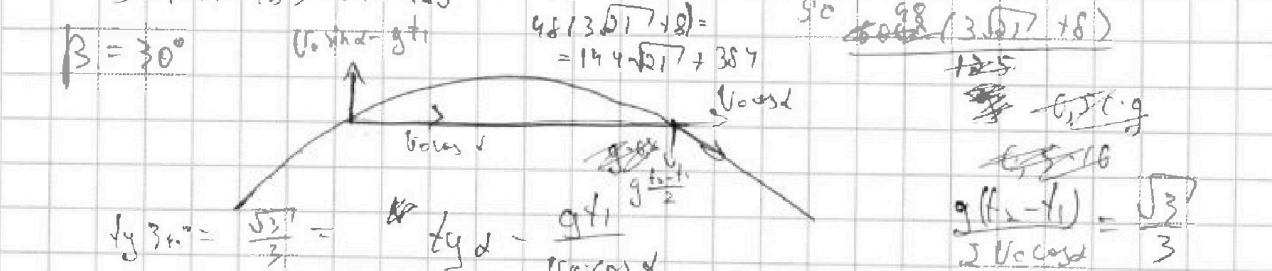
$$V_0 = kt_0 + b = \frac{m(B-1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t_0 + b = \frac{m}{\rho} \frac{t_{100} - t_0 B}{t_{100} - t_0}$$

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

$$\Delta V = \frac{m(B-1)}{\rho(t_{100} - t_0)} (4) - 35 = \frac{22 \cdot 0,018}{1,36 \cdot 100} = 7^\circ = 0,362$$

$$z = \frac{22 \cdot 0,018 \cdot 7}{1,36 \cdot 100} \quad \text{числ} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 7}{1360 \cdot 100} = \frac{18 \cdot 7}{580 \cdot 100} \quad \text{числ} = \frac{18 \cdot 7}{580 \cdot 100}$$

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



$$x \sin \alpha = x \sin \beta \quad T_1 = \frac{S}{v \cos \beta} = \frac{S}{v^2 \cos^2 \beta - v^2 \cos^2 \alpha} = \frac{S}{v^2 \cos^2 \beta - v^2 \cos^2 \alpha} = \frac{S}{24 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{S}{8\sqrt{3}} = 16,08$$

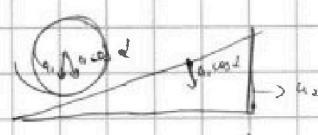
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

$2R \cos \beta =$   
  
 $a_1 = g \cdot \left( \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha + 1} \right) =$   
 $= \frac{(\sin \alpha \cos \alpha)' (\cos^2 \alpha + 1) + (\cos^2 \alpha + 1)' \sin \alpha \cos \alpha}{\cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 1}$   
 $(\sin \alpha \cos \alpha)' = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$   
 $(\cos^2 \alpha)' = 2 \cos \alpha (-\sin \alpha) = -2 \sin \alpha \cos \alpha$   
 $\frac{(\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)(\cos^2 \alpha + 1) - 2 \sin \alpha \cos \alpha (\sin \alpha \cos \alpha)}{\cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 1} =$   
 $\frac{2 \cos^4 \alpha - 2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{\cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 1} =$   
 $\frac{2 \cos^4 \alpha - 4 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha}{\cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 1} =$   
 $\frac{2 \cos^4 \alpha - 4 \cos^2 \alpha (1 - \cos^2 \alpha)}{\cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 1} =$   
 $\frac{2 \cos^4 \alpha - 4 \cos^2 \alpha + 4 \cos^4 \alpha}{\cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 1} =$   
 $\frac{6 \cos^4 \alpha - 4 \cos^2 \alpha}{\cos^4 \alpha + 2 \cos^2 \alpha + 1}$   
 $\cos^2 \alpha = \frac{1}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$   
 $\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$   
 $a_1 = g \cdot \frac{\frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}}{\frac{1}{5} + 2 + 1} = g \cdot \frac{\frac{2}{5}}{\frac{12}{5}} = \frac{g}{6}$   
 $a_2 = \frac{W \sin \alpha}{m} = g \sin \alpha = \frac{2g}{\sqrt{5}}$

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.

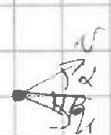
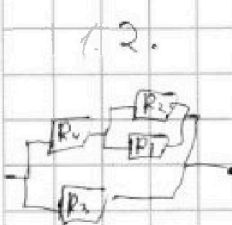


1  2  3  4  5  6  7

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.  $U = \frac{S}{I_0} = \frac{9600}{400} \cdot \frac{10 \cdot 10}{20} = 24 \frac{10}{2}$



1.2.  $R_0 = R_1 + R_2 + R_3$   
 $U \cos \alpha = U \cos \beta$   
 $\cos \beta = \frac{U \cos \alpha}{20} = \frac{16 \cdot 0,8}{24} = \frac{2 \cdot 8}{3 \cdot 3} = \frac{2}{3} \cdot 0,8 = \frac{1,6}{3} = \frac{16}{30} = \frac{8}{15}$   
 $\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{64}{225}} = \frac{15^2 - 8^2}{15} = \frac{(15-8)(15+8)}{15} = \frac{7 \cdot 23}{15}$   
 $\cos \beta = \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,84} = 0,91$   
 $\sin \beta = \frac{0,91 \cdot 16}{24} = \frac{14,56}{24} = 0,607$   
 $\sqrt{1 - \frac{21^2}{25}} = \sqrt{\frac{4}{25}} = \frac{2}{5} = 0,4$   
 $\frac{2000 \cdot 5}{24 \sqrt{21}} = \frac{2000}{\sqrt{21}} = \frac{2000 \cdot \sqrt{21}}{21}$   
 $\frac{2000}{21} \sqrt{21} - \frac{2000 \sqrt{21}}{189 \cdot 15} = 95 \frac{5}{21} \sqrt{21}$   
 $\frac{2000}{21} \sqrt{21} - \frac{2000 \sqrt{21}}{189 \cdot 15} = \frac{2000 \sqrt{21}}{189 \cdot 15} = \frac{2000 \sqrt{21}}{2835} = \frac{189}{110} \cdot \frac{2000 \sqrt{21}}{2835}$   
 $U \cos \beta \cdot I_0 = S$   
 $24 \cdot 0,91 \cdot 400 = 9600$   
 $1995 + 5 = 2000$   
 $h^2 - U^2 \sin^2 \alpha = S^2$   
 $\sqrt{24^2 - 9,6^2} = \sqrt{14,4 \cdot 33,6} = \sqrt{483,84} = 21,99$   
 $\sqrt{14,4 \cdot 21 \cdot 12} = 1,2 \cdot 6 \cdot \sqrt{35} = 7,2 \sqrt{35}$   
 $\frac{2000}{95} = \frac{9600}{1,2 \cdot 54 \cdot 6} = \frac{9600}{324} = \frac{1600}{54} = \frac{400}{13,5} = \frac{400 \sqrt{4}}{27} = \frac{25 \sqrt{16}}{9 \cdot 16}$

$Q_1 = \dots$   
 $h^2 - U^2 \sin^2 \alpha = S^2$   
 $\sqrt{24^2 - 9,6^2} = \sqrt{14,4 \cdot 33,6} = \sqrt{483,84} = 21,99$

