



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.

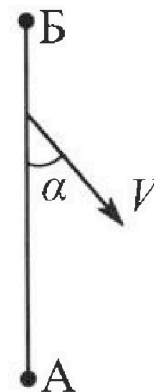
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

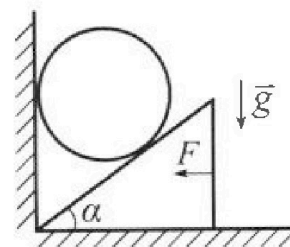
1. Найдите продолжительность T полета от старта до падения на площадку.

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

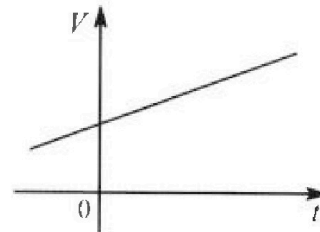
Вариант 09-01



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: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.

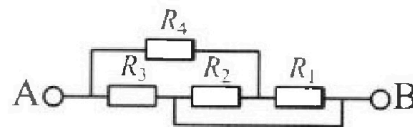
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм³.

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 3

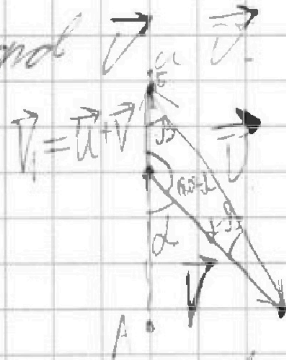
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

В безветренную погоду ^{на} летательный аппарат движется равномерно и прямолинейно со скоростью V . Тогда

$$S = V T_0$$

$$V = \frac{S}{T_0} = \frac{9,6 \text{ км}}{400 \text{ с}} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \text{ м/с};$$

Если когда дует ветер, пусть его скорости равна \vec{V} ($V = 16 \text{ м/с}$), скорость самого летательного аппарата — \vec{V} . По закону сложения скоростей скорость аппарата относительно земли равна $\vec{V}_1 = \vec{V} + \vec{V}$, и эта скорость должна быть направлена по направлению от А к Б. На рис. 1 представлена сумма векторов \vec{V} и \vec{V} .



По теореме синусов $\frac{V}{\sin \alpha} = \frac{V}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{V}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{V}{V} \sin \alpha$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

$$\frac{V}{\sin \alpha} = \frac{V}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{V_1}{\sin(\alpha - \beta)} \quad (\alpha \text{ угол между } \vec{V} \text{ и } \vec{V} \text{ равен } \alpha - \beta,$$

т.е. сумма углов треугольника равна 180°). Тогда

$$V_1 = \frac{V}{\sin \alpha} \sin(\alpha - \beta) = \frac{V}{\sin \alpha} (\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha) =$$

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

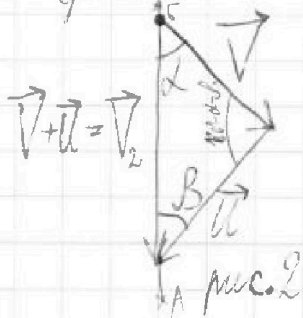
$$= V \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2} \sin^2 \alpha} - V \cdot \frac{V}{c} \cdot \sin \beta \cdot \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} = \sqrt{c^2 - V^2 \sin^2 \alpha} -$$

$- V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$; Тогда $S = V_1 T_1$ (длинам фронтов

равномерны) $\Rightarrow T_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{S}{\sqrt{c^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} =$

$$= \frac{9,6 \text{ км}}{\sqrt{24^2 - 16^2 \cdot 0,6^2} \frac{\text{м}}{\text{с}} - 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{1 - 0,6^2}} \approx \frac{9600 \text{ м}}{9,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \approx 10430;$$

Когда аппарату нужно лететь от Б к А, его скорости \vec{V} должен направиться и $\vec{u} + \vec{V}$ должен быть направлен от Б к А (рис. 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
3 из 3

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!

Потери энергии в проводах от источника питания V_2 .

По теореме синусов

$$\frac{V}{\sin B} = \frac{U}{\sin \alpha} \Rightarrow \sin B = \frac{V}{U} \sin \alpha$$

$$\frac{V_2}{\sin(180^\circ - \alpha - B)} = \frac{V_2}{\sin(\alpha + B)} = \frac{U}{\sin \alpha} \Rightarrow V_2 = \frac{U}{\sin \alpha} \sin(\alpha + B) = \frac{U}{\sin \alpha} (\sin \alpha \cos B +$$

$$+ \sin B \cos \alpha) = U \sqrt{1 - \sin^2 B} + U \sin B \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} = U \sqrt{1 - \frac{V^2}{U^2} \sin^2 \alpha} + U \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$= \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + U \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}. \text{ Тогда напряжение в цепи равно}$$

на А к Б будет $\frac{S}{V_1}$, а на Б к А — $\frac{S}{V_2}$, все равно равно.

$$T = \frac{S}{V_1} + \frac{S}{V_2} = \frac{S(V_1 + V_2)}{V_1 V_2} = \frac{S(\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - U \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + U \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})}{(\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - U \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})(\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + U \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})}$$

$$= \frac{2S \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{(U^2 - V^2 \sin^2 \alpha) - (U^2 - V^2)} = \frac{2S \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - V^2}; \text{ Так } U > V \Rightarrow U^2 > V^2.$$

T максимално, когда $\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$ максимално, т.е. когда $\sin \alpha$ минимален, т.е. при $\sin \alpha = 0 \Leftrightarrow \alpha = 0$ или $\alpha = 180^\circ$.

Это достигается, когда ветвь цепи от А к Б или от Б к А. При этом максималное значение равно

$$T_{\text{MAX}} = \frac{2S \sqrt{U^2 - V^2 \cdot 0}}{U^2 - V^2} = \frac{2SV}{U^2 - V^2} = \frac{2 \cdot 9800 \text{ м} \cdot 24 \frac{\text{В}}{\text{с}}}{24^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 1440 \text{ с};$$

Ответ: 1) $U = 24 \frac{\text{В}}{\text{с}}$; 2) $T_1 \approx 1440 \text{ с}$; 3) $\alpha = 0$ или $\alpha = 180^\circ$; 4) $T_{\text{MAX}} = 1440 \text{ с}$.



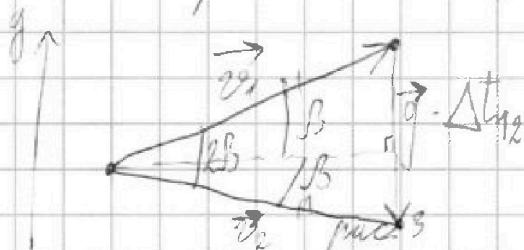
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 3

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!

Во время полета ^{и в} деформируемая составляющая скорости сохраняется п.к. через t_1 и t_2 скорость мяча одинакова, но вертикальная составляющая скорости мяча одинаковы по модулю в эти моменты времени, но направлены по-разному. П.к. ускорение мяча постоянно и равно g , вертикальная составляющая скорости мяча зависит от времени, и в моменты $\frac{t_1+t_2}{2}$ она равна 0, а учитывая продолжительность полета мяча равна $T = 2 \cdot \frac{t_1+t_2}{2} = t_1+t_2 = t_0 + 2t_0 = 3t_0$; пусть \vec{v}_1 — скорость мяча в моменты t_1 , \vec{v}_2 — в моменты t_2 , $\Delta t_{12} = t_2 - t_1$. Тогда можно нарисовать треугольник скорости:



П.к. $v_1 = v_2$, треугольник равнобедренный, и векторы \vec{v}_1 и \vec{v}_2 образуют угол $\beta = \frac{90^\circ}{2} = 30^\circ$ с горизонталю. Пусть $v_1 = v_2 = v$. Тогда горизонтальная составляющая скорости мяча равна $v \cos \beta$. Пусть ось y направлена вверх.



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 3

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!

Пусть v_y — проекция начальной скорости тела на ось y . Тогда по закону равноускоренного движения

$$\begin{cases} v_{y1} = v_y - gt_1 \\ v_{y2} = v_y - gt_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v \sin \beta = v_y - gt_1 \\ v \sin \beta = v_y - gt_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v \sin \beta = v_y - gt_1 \\ v \sin \beta = v_y - gt_2 \end{cases}$$

$$v_y - gt_1 = -(v_y - gt_2)$$

$$v_y - gt_1 = gt_2 - v_y$$

$$2v_y = g(t_1 + t_2)$$

$$v_y = g \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1 + 2}{2} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}; v = \frac{v_y - gt_1}{\sin \beta} = \frac{15 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1}{\sin(30^\circ)} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Тогда к моменту $\frac{t_1 + t_2}{2}$ мы можем использовать высоту H (средняя высота) по закону равноускоренного движения

$$H = v_y \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} - g \cdot \frac{(t_1 + t_2)^2}{2} = g \cdot \left(\frac{t_1 + t_2}{2} \right)^2 - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{t_1 + t_2}{2} \right)^2 = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{t_1 + t_2}{2} \right)^2 = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} \cdot \left(\frac{1 + 2}{2} \right)^2 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 225 \text{с}^2 = 11,25 \text{ м}$$



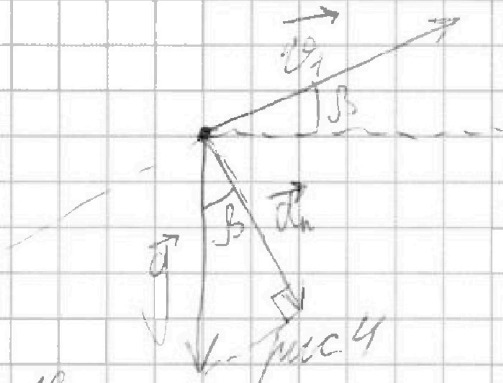
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 3

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!

Решить скорость и ускорение мяча в момент t_1 (рис. 4):



В этот момент мяча

Нормальное ускорение мяча равно $a_n = g \cos \beta$.

Если R — радиус кривизны траектории мяча в момент $t_1 = t_0$, то

$$a_n = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{a_n} = \frac{v_1^2}{g \cos \beta} = \frac{10^2}{\frac{10}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} =$$

$$= \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м} \approx 11,54 \text{ м};$$

Ответ: 1) $T = 3 \text{ с}$; 2) $H = 11,25 \text{ м}$; 3) $R \approx 11,54 \text{ м} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}$

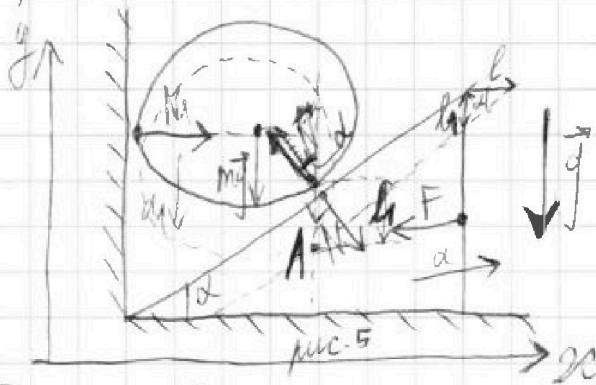


1 2 3 4 5 6 7

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!

Введём свои координаты и амплитимы силы, действующие на шар (рис. 5):



По I закону Ньютона в проекции на ось y

$$N \cos \alpha - mg = 0 \text{ (шар в равновесии)} \Rightarrow N = \frac{mg}{\cos \alpha};$$

На шар действуют лишь 2 силы, имеющие ненулевую проекцию на ось x — N и F. По I закону Ньютона

$$N \sin \alpha - F = 0 \Rightarrow F = N \sin \alpha = mg \tan \alpha = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2} \approx 5,0 \text{ Н};$$

Когда силу F снимают, ускорение клина a равно нулю. Если шар краем клина до точки A (рис. 5), то клин переместится за то же время на l, при этом $\frac{a}{l} = \frac{v^2}{l^2} = \tan^2 \alpha$ (критическая скорость).

Тогда сила реакции клина на шар стала N' под углом F. Тогда по II закону Ньютона

$$N' \cos \alpha - mg = -ma_1 \Rightarrow mg - N' \cos \alpha = ma_1$$

$$N' \sin \alpha = ma_1; \quad N' \sin \alpha \cdot \tan \alpha = ma_1 \tan \alpha = ma_1 = mg - N' \cos \alpha \Rightarrow N' = \frac{mg}{\sin \alpha \tan \alpha + \cos \alpha}$$

$$\alpha = \frac{N' \sin \alpha}{m} = \frac{mg}{m a_1} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha \tan \alpha + \cos \alpha} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1/2}{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1 + \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 4,33 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Когда шар ударится о поверхность, он сам сместится вверх, N' резко увеличится в 2 раза, т.е. горизонтальное движение шарика не будет.

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 во каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Если шарик ускорится вправо и дальше не покатится по наклону
Если шарик ускоряется вправо и до упора столкнется,
то $H = \frac{a_1 t^2}{2}$ и скорость шарика $v = a_1 t$ прямо перед

столкновением с вертикалью, кинетическая энергия

$$\text{шара } E = \frac{mv^2}{2} = \frac{m \cdot a_1^2 t^2}{2} = m a_1^2 \cdot \frac{H}{a_1} = m a_1 H \quad (m - \text{масса шара})$$

Когда шар отскокнет, он достигнет высоты h
и его скорость станет равна 0, причем вся кинетическая
энергия шара перейдет в потенциальную (при
идеальном столкновении энергия не теряется).

$$E = m g h$$

$$m a_1 H = m g h$$

$$h = \frac{a_1 H}{g} = \frac{a_1 \cdot \frac{g \sin \alpha \cdot H}{g}}{g} = \frac{a_1 \sin \alpha \cdot H}{g} = \frac{H \sin \alpha \cdot \tan \alpha}{\sin \alpha \cdot \tan \alpha + \cos \alpha} = \frac{H \sin \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha} = H \sin \alpha = \frac{1}{4} H = \frac{1}{4} \cdot 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

$$= 0,8 \text{ м} \cdot \frac{1}{4} = 0,2 \text{ м}$$

$$\text{Максимальная скорость } a = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha} = g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha} =$$

$$= g \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha} = g \sin \alpha \cos \alpha \quad \text{— более удобное выражение. При } \alpha = 30^\circ$$

$$a = g \sin \alpha \cos \alpha = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 4,33 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$a = g \sin \alpha \cos \alpha = \frac{g}{2} \sin(2\alpha)$ — максимальная скорость a достигается
когда $\sin(2\alpha)$ максимальен, т.е. при $\sin(2\alpha) = 1 \Leftrightarrow 2\alpha = 90^\circ \Leftrightarrow \alpha = 45^\circ$

$$a_{\text{MAX}} = \frac{g}{2} \cdot 1 = \frac{g}{2} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: 1) 0,8 м; 2) 0,2 м; 3) 4,33 $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 4) 45; 5) 5 $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

Пл.к. V линейно зависит от t , $V = kt + b$, где k и b — некоторые постоянные коэффициенты. Тогда $V(t_{100}) = k \cdot 100 + b = \beta \cdot V(t_0) = \beta [k t_0 + b] = \beta k t_0 + \beta b \Rightarrow k \cdot \frac{100 - t_0}{\beta - 1} = (\beta - 1) b$. Также

$$m = \rho \cdot V(t_0) \Rightarrow V(t_0) = \frac{m}{\rho} = b \quad (\text{по определению начального объема}) \Rightarrow b = \frac{m}{\rho}$$

$$\alpha \quad k = \frac{(\beta - 1) \cdot b}{t_{100} - t_0} = \frac{(\beta - 1) \cdot m}{(t_{100} - t_0) \rho}. \quad \text{Тогда } V(t) = \frac{(\beta - 1) m}{\rho (t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho}$$

Три измерения цилиндра на $\Delta t = t_2 - t_1 = 42^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C} = 7^\circ\text{C}$ объем увеличивается на $\Delta V = k \cdot \Delta t = \frac{(\beta - 1) m \Delta t}{\rho (t_{100} - t_0)} = \frac{0,18 \cdot 2 \cdot 7^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C} \cdot 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 7^\circ\text{C}}$

$\approx 0,185 \text{ см}^3$. Пл.к. радиус цилиндра постоянный, следовательно

$$\Delta V = S \cdot L \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{0,185 \text{ см}^3}{50 \text{ см}} = 0,0037 \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $V(t) = \frac{(\beta - 1) m}{\rho (t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho}$; 2) $\Delta V = 0,185 \text{ см}^3$; 3) $S = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2$.

Пл.к. V линейно зависит от t , $V = kt + b$, где k и b — некоторые коэффициенты, причем

$$\begin{cases} kt_0 + b = V(t_0) = \frac{m}{\rho} & (1) \quad (\rho - \text{начальная плотность}) \\ kt_{100} + b = V(t_{100}) = \beta V(t_0) = \frac{\beta m}{\rho} & (2) \quad (\text{объем увеличивается в } \beta \text{ раз}) \end{cases}$$

$$k(t_{100} - t_0) = \frac{m}{\rho}(\beta - 1) \quad (2) - (1) \Rightarrow k = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$$

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

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

$$\text{Три измерения цилиндра на } \Delta t = t_2 - t_1 \text{ объем цилиндра увеличивается на } \Delta V = V(t_2) - V(t_1) = k \Delta t = \frac{m(\beta - 1) \Delta t}{\rho(t_{100} - t_0)} = \frac{2 \cdot 0,18 \cdot (42 - 35)}{100 \cdot 13,6 \cdot 7} = 0,185 \text{ см}^3$$

Так как радиус цилиндра постоянный, следовательно $\Delta V = S L \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{0,185 \text{ см}^3}{50 \text{ см}} = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2$.
 Ответ: 1) $V(t) = \frac{m(\beta - 1)(t - t_0)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}$; 2) $\Delta V = 0,185 \text{ см}^3$; 3) $S = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2$.

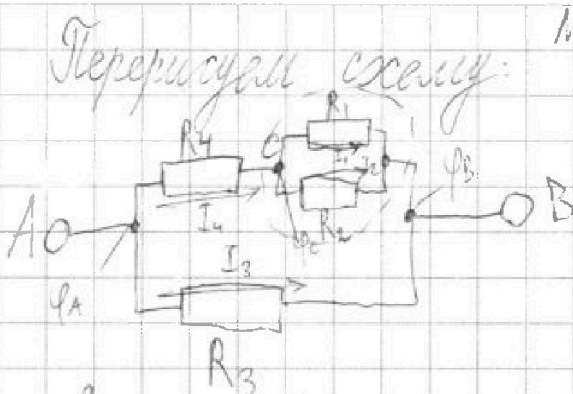
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!



Сопротивление параллельного соединения резисторов R_1 и R_2 равно $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, сопротивление всей цепи (последовательное соединение R_4 и параллельного соединения R_1, R_2) равно $R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, сопротивление всей цепи равно $\frac{R_3 (R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2})}{R_3 + R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{10 \text{ Ом} \cdot (\frac{20 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ Ом}}{20 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}})}{10 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} + \frac{10 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ Ом}}{20 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}}}$

$= 5 \text{ Ом}$; при подключении к источнику постоянного напряжения на всей цепи рассеивается мощность $P = \frac{U^2}{R_{\text{вс}}} = \frac{10^2 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} = 20 \text{ Вт}$;

Плюс на резисторе R_i рассеивается мощность P_i , через него течет ток I_i ($i = 1, 2, 3, 4$).

По закону Кирхгофа $I_4 = I_1 + I_2$, по закону Ома $I_1 R_1 = U_C - U_B = I_2 R_2$, $I_4 R_4 + I_2 R_2 = U_A - U_B = I_3 R_3 = U$.

Плюс $I_3 = \frac{U}{R_3} \Rightarrow P_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{10^2 \text{ В}^2}{10 \text{ Ом}} = 10 \text{ Вт}$ (закон Джоуля-Ленца).

$I_1 = I_2 \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow I_4 = I_1 + I_2 = I_2 \frac{R_2 + R_1}{R_1}$; $I_2 = \frac{U}{R_4 + \frac{R_2 + R_1}{R_1} R_2} = \frac{U R_1}{R_4 R_1 + R_2 (R_2 + R_1)}$



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
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!

$$\Rightarrow I_2 = \frac{U}{R_2 + R_4 \frac{R_1 + R_2}{R_1}} \quad P_2 = R_2 I_2^2 = \frac{U^2 R_2}{(R_2 + R_4 \frac{R_1 + R_2}{R_1})^2} = \frac{10^2 \cdot 20 \text{ Ом}}{(20 \text{ Ом} + 60 \text{ Ом} \cdot \frac{20 \text{ Ом} + 50 \text{ Ом}}{50 \text{ Ом}})^2} = 0,8 \text{ Вт}$$

~~* $\frac{100 \cdot 20 \text{ Вт}}{38^2} = 1,38 \text{ Вт}$~~

резистора R_1 сократившие меньше R_2 , а напряжение на нем такое же, как на R_2 , т.е. на R_1 рассеивается большая мощность, больше P_2 . Так как $R_4 > R_1$ и $I_4 = I_1 + I_2 > I_1$, на R_4 рассеивается большая мощность, чем P_1 , т.е. $P_4 > P_1 > P_2$. И наконец, $P_2 = 0,8 \text{ Вт} < 10 \text{ Вт} = P_3$. Тогда на 2-ом резисторе рассеивается наименьшая мощность $P_{\text{MIN}} = P_2 = 0,8 \text{ Вт}$.

Ответ: 1) 5 А; 2) 20 Вт; 3) 0,8 Вт на R_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!

Handwritten mathematical work on grid paper, including calculations, diagrams, and a circuit diagram.

Calculations:

- $18 \cdot 14 = 140 \cdot 112 = 252$
- $\frac{252}{1300} = \frac{126}{650} = \frac{63}{325}$
- $\frac{96}{92} = \frac{24}{23}$
- $136 = 68 \cdot 2 = 17 \cdot 8$
- $A = 600 + 30 + 100 = 1030$
- $8^2 (3^2 + 2^2) = 2 \cdot 960 \cdot 3 = 2 \cdot 960 \cdot 3 = 2240 \cdot 3 = 6 - 24 = 1200 + 24 = 1440$

Diagrams:

- A circuit diagram showing a network of resistors R_1, R_2, R_3, R_4 connected between terminals A and B.
- A second circuit diagram showing a similar network with a current source of 2A and a resistor of 10 ohms.

Other notes:

- $\sqrt{483,84} \approx 22 \frac{1}{2}$
- $16 \cdot 0,8 = 12,8$
- $136 = 68 \cdot 2 = 17 \cdot 8$
- $A = 400 + 125 = 525$
- $B = 200 + 1732 = 1932$