



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.

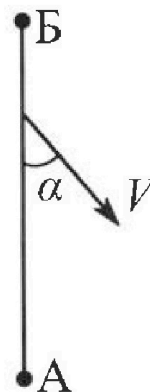
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

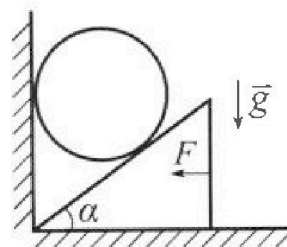
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H=0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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

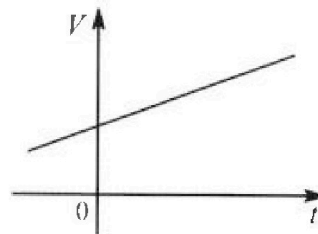
Вариант 09-01

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 опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.

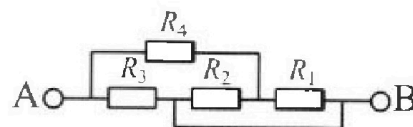
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм³.

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_{AB} 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 ^{№1} летательный аппарат движется равномерно и прямолинейно со скоростью V . Тогда

$$S = V T_0$$

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

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

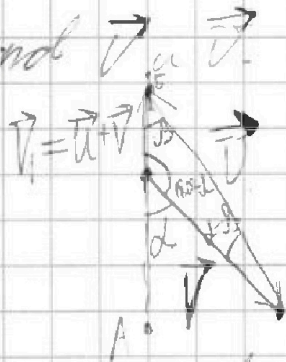


рис. 1

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



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!

$$\frac{V}{\sin \alpha} = \frac{V}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{V_1}{\sin(\alpha - \beta)} \quad (\alpha \text{ угол между } \vec{V} \text{ и } \vec{V}_1 \text{ равен } \alpha - \beta,$$

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

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

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

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

$$- V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}; \text{ Тогда } S = V_1 T_1 \text{ (длина пути в системе}$$

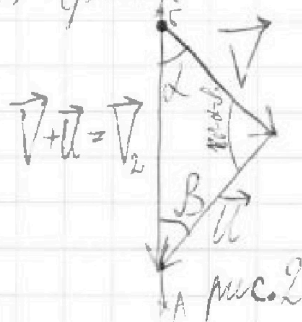
$$\text{равномерно}) \Rightarrow T_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{S}{\sqrt{V^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} =$$

9,6 км

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

$$\approx 1043 \text{ с};$$

Когда аппарату нужно лететь от Б к А, его скорости $\vec{U}$ 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!

Полная скорость движения от-но Земли равна V_2 .

По теореме синусов

$$\frac{V}{\sin B} = \frac{V_2}{\sin \alpha} \Rightarrow \sin B = \frac{V}{V_2} \sin \alpha$$

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

$$+ \sin B \cos \alpha) = V \sqrt{1 - \sin^2 B} + V \sin B \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} = V \sqrt{1 - \frac{V^2}{V_2^2} \sin^2 \alpha} + V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$= \sqrt{V^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}. \text{ Тогда скорость движения}$$

от А к Б будет $\frac{S}{V_1}$, а от Б к А — $\frac{S}{V_2}$, все время полета.

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

$$= \frac{2S \sqrt{V^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{(V^2 - V^2 \sin^2 \alpha) - (V^2 - V^2 \sin^2 \alpha)} = \frac{2S \sqrt{V^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{V^2 - V^2}; \text{ Так } V > V_2 \Rightarrow V^2 > V_2^2.$$

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

Это достигается, когда ветер дует от А к Б или от Б к А. При этом максимальное время полета

$$T_{\max} = \frac{2S \sqrt{V^2 - V^2 \cdot 0}}{V^2 - V^2} = \frac{2SV}{V^2 - V^2} = \frac{2 \cdot 9600 \text{ м} \cdot 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{24^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 1440 \text{ с};$$

Ответ: 1) $V = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $T_1 \approx 1010 \text{ с}$; 3) $\alpha = 0$ или $\alpha = 180^\circ$; 4) $T_{\max} = 1440 \text{ с}$.



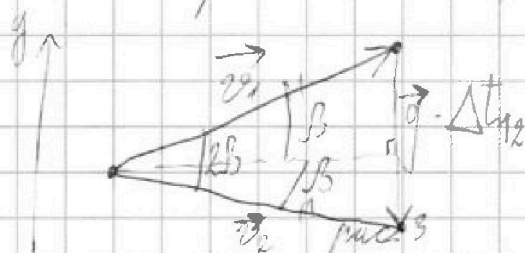
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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 деформированная составляющая скорости сохраняется т.к. через t_1 и t_2 скорость мяча одинакова, но вертикальная составляющая скорости мяча одинакова по модулю в эти моменты времени, но направлена по-разному. Т.к. ускорение мяча постоянно и равно g , вертикальная составляющая скорости линейно зависит от времени, и в момент $\frac{t_1+t_2}{2}$ она равна 0, а значит, 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 момент t_1 , $\vec{v}_2$ — в момент t_2 , $\Delta t_{12} = t_2 - t_1$. Тогда можно нарисовать треугольник скорости:



Т.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.



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
мат на ось y . Тогда по закону равноускоренного
движения

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

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

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

$$v_y - gt_1 = gt_2 - v_y$$

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

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

Тогда к моменту $\frac{t_1 + t_2}{2}$ мы получим максимальную
высоту H (середина падения) по закону равноускоренного
движения

$$H = v_y \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} - g \cdot \frac{(\frac{t_1 + t_2}{2})^2}{2} = g \cdot \left(\frac{t_1 + t_2}{2} \right)^2 - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{t_1 + t_2}{2} \right)^2 = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{t_1 + t_2}{2} \right)^2 = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} \cdot \left(\frac{1\text{с} + 2\text{с}}{2} \right)^2 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2.25\text{с}^2 = 11.25\text{м};$$



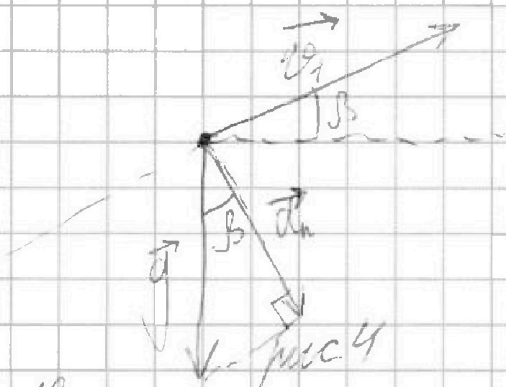
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Р-реш: скорость и ускорение мяча в момент t_1
(рис. 4):



В этот момент
тренировки

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

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

$$a_n = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{a_n} = \frac{v_1^2}{g \cos \beta} = \frac{\frac{10^2}{c^2}}{\frac{10}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} =$$
$$= \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м} \approx 11,54 \text{ м};$$

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

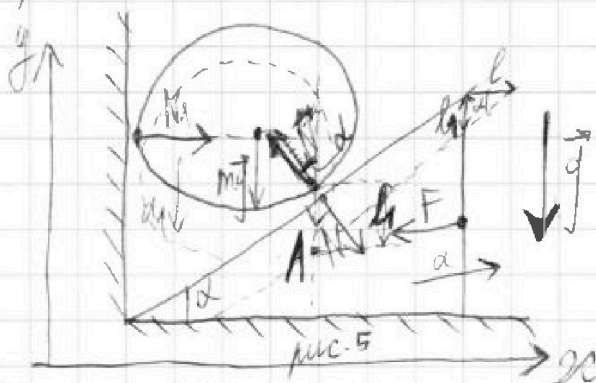


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 оси координат и амплитуды сил, 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

$$N \sin \alpha - F = 0 \Rightarrow F = N \sin \alpha = mg \tan \alpha = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{3}{4} \approx 7,5 \text{ Н};$$

Когда силу F снимают, ускорение клина a равно нулю. Если шар прокатится вниз до точки A (рис. 5), то клин переместится за то же время на l, причем $\frac{a}{l} = \frac{l'}{l} = \tan \alpha$ (кинематическая связь).

Пусть сила реакции клина на шар стала N' после снятия F. Тогда по II закону Ньютона

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

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

$$a = \frac{N' \sin \alpha}{m} = \frac{mg}{m} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha \tan \alpha + \cos \alpha} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1/2}{\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} + \frac{4}{5}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1 + 3} = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 4,33 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Когда шар ударится о поверхность, он отскочит вверх, N резко изменится, т.е. горизонтального движения 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.

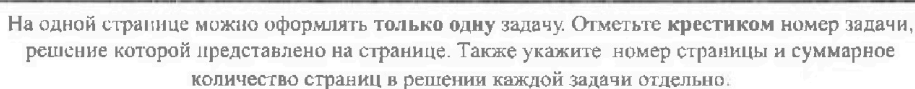
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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 , $V = kt + b$. Тогда $V(100^\circ) =$
 $= k \cdot 100 + b = \beta \cdot V(0^\circ) = \beta [k \cdot 0 + b] = \beta b \Rightarrow k = \frac{\beta - 1}{100 - 0} b$. Также
 $m = \rho \cdot V(t_0) \Rightarrow V(t_0) = \frac{m}{\rho} = b$ (по определению массы) $\Rightarrow b = \frac{m}{\rho}$
 α $k = \frac{(\beta - 1) \cdot b}{100 - 0} = \frac{(\beta - 1) \cdot m}{(100 - 0) \rho}$. Тогда $V(t) = \frac{(\beta - 1) m}{(\rho (100 - 0))} t + \frac{m}{\rho}$
 При изменении температуры на $\Delta t = t_2 - t_1 = 42^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C} = 7^\circ\text{C}$
 объем увеличивается на $\Delta V = k \cdot \Delta t = \frac{(\beta - 1) m \Delta t}{(\rho (100 - 0))} = \frac{0,018 \cdot 22 \cdot 7^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C} \cdot 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} =$
 $= 0,185 \text{ см}^3$. Пл.к. радиус r имеет постоянное сечение,
 $\Delta V = S \cdot L \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{0,185 \text{ см}^3}{5 \text{ см}} = 0,037 \text{ см}^2 = 3,7$
 Ответ: 1) $V(t) = \frac{(\beta - 1) m}{(\rho (100 - 0))} t + \frac{m}{\rho}$; 2) $\Delta V = 0,185 \text{ см}^3$; 3) $S = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

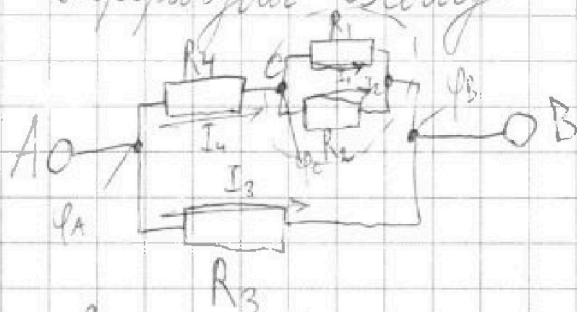
Пл.к. V линейно зависит от t , $V = kt + b$, где k и b — некоторые
 коэффициенты, причем
 $kt_0 + b = V(t_0) = \frac{m}{\rho}$ (1) (ρ — постоянна при t_0)
 $kt_{100} + b = V(t_{100}) = \beta V(t_0) = \frac{\beta m}{\rho}$ (2) (объем увеличивается в β раз)
 $k(t_{100} - t_0) = \frac{m}{\rho}(\beta - 1)$ (2) - (1) $\Rightarrow k = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$;
 $b = \frac{m}{\rho} - kt_0 = \frac{m}{\rho} - \frac{m(\beta - 1)t_0}{\rho(t_{100} - t_0)}$;
 Тогда, $V(t) = kt + b = \frac{m(\beta - 1)t}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho} - \frac{m(\beta - 1)t_0}{\rho(t_{100} - t_0)} = \frac{m(\beta - 1)(t - t_0)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}$;
 При изменении t от t_1 до t_2 на $\Delta t = t_2 - t_1$ объем поршня увеличивается на
 $\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = kt_2 + b - kt_1 - b = k \cdot \Delta t = \frac{m(\beta - 1)\Delta t}{\rho(t_{100} - t_0)} = \frac{22 \cdot 0,018 \cdot (42 - 35)}{13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot (100 - 0)} = 0,185 \text{ см}^3$.
 Так как сечение радиуса r имеет постоянное сечение, $\Delta V = S \cdot L \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{0,185 \text{ см}^3}{5 \text{ см}} = 0,037 \text{ см}^2 = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.
 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) $S = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.



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!

15



Сокращенные параллельное соединение
резисторов R_1 и R_2 равно $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, сокращенные
всех всей схемы (последовательное соединение R_3
и параллельное соединение R_1, R_2) равно $R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, сокраще-
ние всей схемы равно $\frac{R_3(R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2})}{R_3 + R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{10 \text{ Ом} \cdot (8 \text{ Ом} + \frac{20 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ Ом}}{20 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}})}{10 \text{ Ом} + 8 \text{ Ом} + \frac{10 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}}}$

$= 5 \text{ Ом}$; при подключении к источнику постоянного напряжения на всей цепи рассеивается мощность

$$P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{10^2 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} = 20 \text{ Вт};$$

Ток на резисторе R_i рассчитывается по формуле I_i через него течет ток I_i ($i = 1, 2, 3, 4$).

По закону I уравны Кирхгофа $I_4 = I_1 + I_2$, и по
закону Ома $I_1 R_1 = \varphi_A - \varphi_B = I_2 R_2$, $I_4 R_4 + I_2 R_2 = \varphi_A - \varphi_B = I_3 R_3 = D$.

Florida $I_3 = \frac{V}{R_3} \Rightarrow I_3 = \frac{15^2}{R_3} = \frac{10^4 \text{ B}^2}{10^2 \text{ m}} = 10 \text{ Bm. (faint handwritten text)}$

$$I_1 = I_2 \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow I_1 + I_2 = I_2 \frac{R_2 + R_1}{R_1}; \quad I_2 = \frac{R_2 + R_1}{R_1} \cdot R_1 \cdot I_1 = I_1 (R_2 + R_1)$$



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!

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

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

У резистора R_1 сокращенные меньше R_2 , а напряжение на нем такое же, как на R_2 , т.е. на R_1 рассеивается меньшая мощность, большая 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, $P_2 = 0,8 \text{ Вт} < 10 \text{ Вт} = P_3$. Таким образом на 2-ом резисторе рассеивается наименьшая мощность $P_{\min} = P_2 = 0,8 \text{ Вт};$

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!

$$\Delta 18 \cdot 14 = 140 \cdot 112 = 252$$

$$\begin{array}{r} 124 \\ \times 124 \\ + 96 \\ \hline 5716 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 0,6 \\ \hline 9,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1546 \\ \times 9,6 \\ \hline 14816 \\ + 804 \\ \hline 14816 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5000 \\ - 9216 \\ \hline 48384 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 136 \\ \times 1016 \\ \hline 13888 \\ + 136 \\ \hline 138948 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ + 88 \\ \hline 116 \\ \times 114 \\ \hline 13224 \end{array}$$

$$\frac{252}{1300} = \frac{126}{650} = \frac{63}{325}$$

$$\begin{array}{r} 2000 \\ - 1414 \\ \hline 586 \end{array}$$

$$\sqrt{483,84} \approx 22 \frac{1}{2}$$

$$22 \cdot 1,4 = 30,8$$

$$16 \cdot 0,8 = 12,8$$

$$\frac{96}{92} = \frac{24}{23}$$

$$22 - 12,8 = 9,2$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ - 23 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104348 \\ - 188 \\ \hline 104160 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1360 \\ \times 132 \\ \hline 17792 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \\ - 256 \\ \hline 320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 252 \overline{) 1384,48} \\ 010182 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 63 \overline{) 340} \\ 00185 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 630 \\ - 340 \\ \hline 2900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2900 \\ - 2420 \\ \hline 480 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 480 \\ - 480 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$136 = 68 \cdot 2 = 17 \cdot 8$$

$$A = 600 + 30 + 100 = 730$$

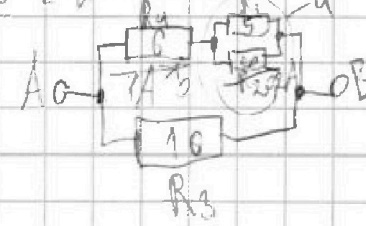
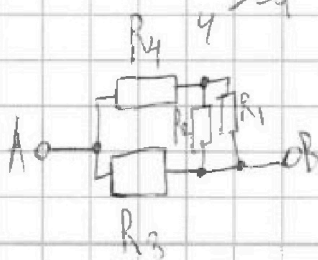
$$A = 400 + 125 = 525$$

$$8^2 (3^2 + 2^2)$$

$$= 2 \cdot 9600 \cdot 2 = 38400$$

$$= \frac{2 \cdot 9600 \cdot 3}{4} = 14400$$

$$= 6 \cdot 240 = 1440$$



$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 1732 \\ \hline 20784 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20 \overline{) 1732} \\ 0101546 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2000 \\ - 1732 \\ \hline 2680 \\ - 2432 \\ \hline 2480 \\ - 2480 \\ \hline 0 \end{array}$$