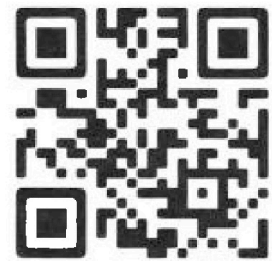




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

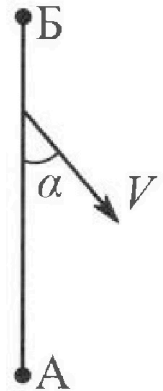
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

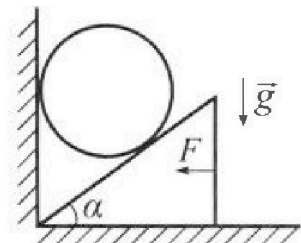
2. Найдите максимальную высоту H полета.

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?

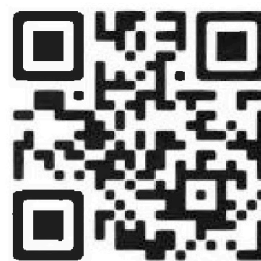
5. Найдите максимальное ускорение a_{MAX} клина.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

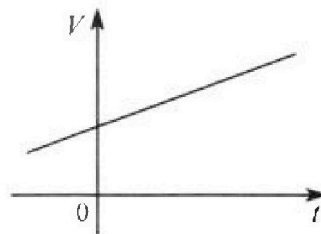
Вариант 09-01

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.

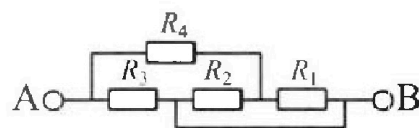
Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем ртути в $\beta = 1,018$ раза больше 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 , ρ , β , 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} .



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!

№1

Дано:

$$T_0 = 4000 \text{ c}$$

$$S = 9,6 \text{ км}$$

$$V = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$u = ?$$

$$T_1 = ?$$

$$\alpha = ?$$

$$T_{\text{max}} = ?$$

тогда, при
котором времени
максимальное

$$S = u T_0 \Rightarrow u = \frac{S}{T_0} = \frac{9,6 \text{ км}}{4000 \text{ с}} = \frac{96 \text{ м}}{4 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

V_1 — скорость аппарата

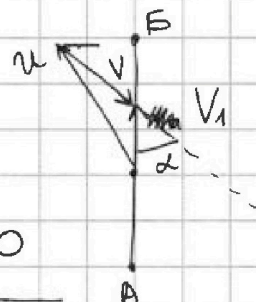
отм-но Земли при $\sin \alpha = 0,6$

$$u^2 = V^2 + V_1^2 + 2 V V_1 \cos \alpha$$

$$V_1^2 + 2 V V_1 \cos \alpha + V^2 - u^2 = 0$$

$$V_1 = \frac{-2 V \cos \alpha \pm \sqrt{4 V^2 \cos^2 \alpha + 4 (u^2 - V^2)}}{2}$$

не подходит, т.к. $V_1 > 0$



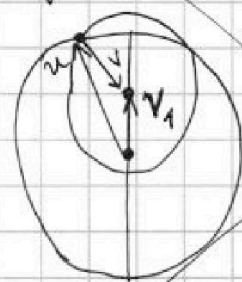
$$= \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + u^2 - V^2} - V \cos \alpha = \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$T_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{S}{\sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = T_1$$

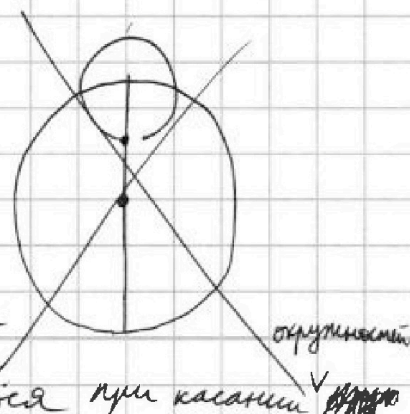
$$= \frac{9600 \text{ м}}{8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{9 - \frac{36}{25}} - \frac{64 \text{ м}}{5 \text{ с}}} = \frac{9600 \text{ м} \cdot 5}{(8 \cdot 3 \cdot \sqrt{21} - 64) \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{6000 \text{ с}}{3\sqrt{21} - 8} = T_1$$

Чтобы T_1 было максимальным, V_1 должно быть минимальным.

$$\sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \cos \alpha \rightarrow \min$$



На этом рисунке у большой окружности радиус u , у маленькой V . При фиксированной скорости V_1 вектор u будет направлен в точку пересечения окружностей $\Rightarrow$ минимально возможная V_1 будет достигаться при касании



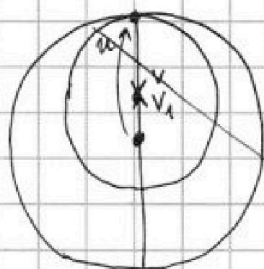


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$u = V * V_1$$

$$\alpha^* = 0$$

$$T_{MAX} = \frac{S}{u - V} = \frac{S}{\frac{S}{T_0} - V} = \frac{S T_0}{S - V T_0} = T_{MAX}$$

$$= \frac{9600 \text{ м} \cdot 400 \text{ с}}{9600 \text{ м} - 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 400 \text{ с}} = \frac{96 \cdot 400 \text{ с}}{32} = 3 \cdot 400 \text{ с} = 1200 \text{ с} = 20 \text{ мин}$$

Ответ: $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T_1 = \frac{6000 \text{ с}}{3\sqrt{2} - 8}$; $\alpha^* = 0$; $T_{MAX} = 20 \text{ мин}$

$T_{A \rightarrow B \rightarrow A} = S \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \cos \alpha} + \frac{1}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + v \cos \alpha} \right) \rightarrow \max$

↑
проходимые пути
полюса A → B → A

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

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

$$u^2 - v^2 \sin^2 \alpha \rightarrow \max$$

$$\sin \alpha \rightarrow \min$$

$$\sin \alpha^* = 0 \Rightarrow \alpha^* = 0^\circ (\text{или } 180^\circ)$$

$$T_{MAX} = \frac{S \cdot 2 \cdot \sqrt{u^2}}{u^2 - v^2} = \frac{2 S u}{u^2 - v^2} = \frac{2 S^2}{T_0 \left(\frac{S^2}{T_0^2} - v^2 \right)} = \frac{2 S^2 T_0^2}{T_0 (S^2 - v^2 T_0^2)}$$

$$= \frac{2 S^2 T_0}{S^2 - v^2 T_0^2} = T_{MAX} = \frac{2 \cdot 9600 \cdot 9600 \cdot 400 \text{ с}}{9600 \cdot 9600 - 256 \cdot 400 \cdot 400} = \frac{3 \cdot 16 \cdot 16 \cdot 600 \text{ с}}{64 \cdot 9 - 256 \cdot 16}$$

$$= \frac{12 \cdot 600 \text{ с}}{5} = 1440 \text{ с}$$

Ответ: $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T_1 = \frac{6000 \text{ с}}{3\sqrt{2} - 8}$; $\alpha^* = 0$; $T_{MAX} = 1440 \text{ с}$

здесь v_2 находится так же, но $\cos \alpha$ заменяется на $-\cos \alpha$



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!

$\sqrt{2}$

Дано:

$$t_1 = 1 \text{ c}$$

$$t_2 = 2 \text{ c}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$T = ?$

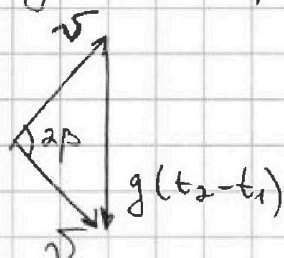
$H = ?$

$R = ?$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}, \text{ где } v_0 - \text{нач. скорость мяча;}$$

α - угол, под которым его бросили

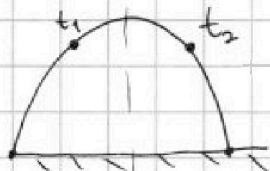
Нарисуем векторный треугольник скоростей:



v - скорости в моменты t_1 и t_2

$$g(t_2 - t_1) = 2v \sin \beta$$

$$v = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta}$$



Мяч движался по параболе, у нее есть ось симметрии

$\Rightarrow$ в верхней точке он находился в момент $\frac{t_1 + t_2}{2}$, а продолжительность полета

$$T = t_1 + t_2 = 3 \text{ c}$$

$$v_0 \cos \alpha = v \cos \beta = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \tan \beta}$$

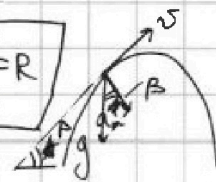
$$v_0^2 \sin^2 \alpha = v_0^2 \cos^2 \alpha = v_0^2 - \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{4 \tan^2 \beta}$$

$$v_0 \sin \alpha - g t_1 = v \sin \beta \Rightarrow v_0 \sin \alpha = g t_1 + \frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \frac{g(t_1 + t_2)}{2} \Rightarrow H = \frac{g^2(t_1 + t_2)^2}{4 \cdot 2g} = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8} = H =$$

$$= \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 9 \text{ c}^2}{8} = \frac{45}{4} \text{ м}$$

$R = \frac{v^2}{a_n}$, где a_n - нормальное ускорение мяча

$$a_n = g \cos \beta \Rightarrow R = \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{4 \sin^2 \beta \cdot g \cos \beta} = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4 \cos \beta \sin^2 \beta} = R$$





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!

$$R = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{с}^2}{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{4}} = \frac{10 \cdot 2}{\sqrt{3}} \text{ м} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } T = 3 \text{ с}; H = \frac{45}{4} \text{ м}; R = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$



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 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!

N3

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$h = 0,8 \text{ м}$$

F - ?

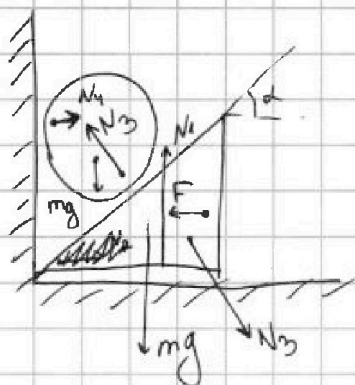
h - ?

a - ?

$\alpha^* - ?$

$a_{\text{max}} - ?$

угол, при котором
а максимально



II ЗН:

$$0 = F - N_3 \sin \alpha$$

$$0 = mg - N_3 \cos \alpha$$

↑ на шарик
на клин

$$F = \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = mg \tan \alpha = F$$

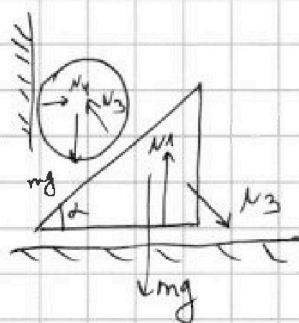
$$F = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$$

Теперь силу F снимают:

Шар будет двигаться по вертикали
(клин будет ездить из-под шара, а тот будет опускаться).

Трения нет, абсолютно упругий удар

$$\Rightarrow \text{ЗСЭ: } mgK = mgh; \quad h = K = 0,8 \text{ м}$$



$$ma = N_3 \sin \alpha = \frac{mg}{\cos \alpha} \sin \alpha$$

$$a = g \tan \alpha = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Пусть прошло время

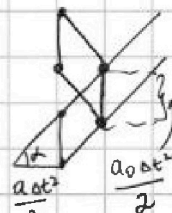
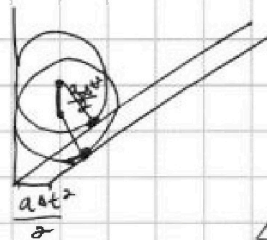
Δt :

a_0 - ускорение шарика

Если сила взаимодействия между шариком и клином

$$N, \text{ то: } \begin{cases} ma_0 = mg - N \cos \alpha \\ ma = N \sin \alpha \end{cases}$$

$$\frac{a_0}{a} = \tan \alpha$$





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!

$$ma \operatorname{tg} \alpha = mg - \frac{ma}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha$$

$$a \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) = g \Rightarrow a = \frac{g}{\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{1}{\sqrt{3}} + \sqrt{3}} =$$

$$= \frac{10\sqrt{3}}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a \rightarrow \max$$

$$\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \rightarrow \min$$

По неравенству Коши ~~представлено~~ $\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \geq 2 \sqrt{\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}} = 2$

$$\Rightarrow \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)_{\min} = 2$$

$$\alpha^* = 45^\circ$$

$$a_{\max} = \frac{g}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $F = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$; $h = 0,8 \text{ м}$; $a = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $\alpha^* = 45^\circ$;

$$a_{\max} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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!

N/4

Дано:

$$t_1 = 35^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 42^\circ\text{C}$$

$$L = 5 \text{ см}$$

$$m = 2 \text{ г}$$

$$t_{100} = 100^\circ\text{C}$$

$$\beta = 1,018$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$\rho = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$$

$$V(t) - ?$$

$$\Delta V - ?$$

$$S - ?$$

$V(t) = a + bt$, где a и b — некоторые коэффициенты

$$\begin{cases} a + bt_{100} = \beta \cdot (a + bt_0) \\ a + bt_0 = \frac{m}{\rho} \end{cases}$$

$$a + bt_0 = \frac{m}{\rho}$$

$$a + bt_{100} = \frac{\beta m}{\rho}$$

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

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

$$a = \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho} \cdot \frac{(\beta - 1)t_0}{t_{100} - t_0} = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{t_{100} - t_0 - \beta t_0 + t_0}{t_{100} - t_0}$$

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

$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{m(\beta(t_2 - t_1))}{\rho(t_{100} - t_0)} =$$

$$= \frac{m(\beta(t_2 - t_1))}{\rho(t_{100} - t_0)} = \Delta V = \frac{0,018 \cdot 2 \text{ г} \cdot 7^\circ\text{C}}{13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 100^\circ\text{C}} = \frac{0,018 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 1000 \text{ мм}^3}{1360}$$

$$= \frac{1018 \cdot 14}{1360} \text{ мм}^3 = \frac{3563}{340} \text{ мм}^3 = \frac{18 \cdot 2 \cdot 7}{1360 \cdot 340} \text{ мм}^3 = \frac{63}{340} \text{ мм}^3$$

$$\Delta V = SL \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{m(\beta(t_2 - t_1))}{\rho L(t_{100} - t_0)} = S = \frac{63}{340 \cdot 50} \text{ мм}^2 = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$$

$$\text{Ответ: } V(t) = \frac{m(t_{100} - t + \beta(t - t_0))}{\rho(t_{100} - t_0)}; \Delta V = \frac{m(\beta(t_2 - t_1))}{\rho(t_{100} - t_0)} = \frac{63}{340} \text{ мм}^3;$$

$$S = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$$



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
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!

N5

Дано: $U = 100$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

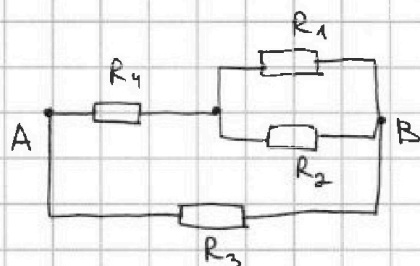
$$R_2 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 10 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 6 \text{ Ом}$$

 $R_{\text{экв}} = ?$
 $P = ?$
 $P_{\text{мин}} = ?$

Перечислим схему:



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

$$= \frac{R_1 R_3 R_4 + R_2 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_3}{R_1 R_3 + R_1 R_4 + R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_1 R_2} =$$

$$= \frac{R_3 (R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_1 R_2)}{R_1 R_2 + (R_3 + R_4) (R_1 + R_2)} = R_{\text{экв}} = \frac{10 \text{ Ом} \cdot (30 + 120 + 100)}{100 + 16 \cdot 25} =$$

$$= \frac{10 \text{ Ом} \cdot 250}{500} = 5 \text{ Ом}$$

$$P = U \cdot I_{\text{общ}} = U \cdot \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{U^2 (R_1 R_2 + (R_1 + R_2) (R_3 + R_4))}{R_3 (R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_1 R_2)} = P$$

$$P = \frac{100}{5} \text{ Вт} = 20 \text{ Вт}$$

P_i, I_i — мощности и токи на соответствующих резисторах

$$R_3 = R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 10 \text{ Ом} \Rightarrow I_3 = I_4 = \frac{I_{\text{общ}}}{2} = \frac{U}{2 R_{\text{экв}}} = 1 \text{ А}$$

$$P_3 = 1 \cdot 1 \cdot 10 = 10 \text{ Вт}; P_4 = 1 \cdot 1 \cdot 6 = 6 \text{ Вт}$$

$$I_1 = I_4 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1 \text{ А} \cdot 20 \text{ Ом}}{25 \text{ Ом}} = 0,8 \text{ А}; I_2 = 0,2 \text{ А}$$

$$P_1 = I_1^2 R_1 = 0,64 \cdot 5 \text{ Вт} = 3,2 \text{ Вт}; P_2 = I_2^2 R_2 = 0,04 \cdot 20 \text{ Вт} = 0,8 \text{ Вт}$$



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

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!

Видно, что наименьшая мощность рассеивается на резисторе R_2 и она равна $P_{MIN} = 0,8 \text{ Вт}$

Ответ: $R_{эв} = 5 \text{ Ом}$; $P = 20 \text{ Вт}$, на резисторе R_2

$P_{MIN} = 0,8 \text{ Вт}$



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

☐☐☐☐☐☐☐

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!

$$\sqrt{u^2 - v^2 + v^2 \cos^2 \alpha} - v \cos \alpha = f$$

$$f'_{\cos \alpha} = -v + \frac{2v^2 \cos \alpha}{2\sqrt{u^2 - v^2 + v^2 \cos^2 \alpha}} = 0 < 0$$

$$v \cos \alpha = \sqrt{u^2 - v^2 + v^2 \cos^2 \alpha} \quad (\times)$$

$$f''_{\cos \alpha} = \frac{v^2 \cos \alpha}{u^2 - v^2 + v^2 \cos^2 \alpha} > 0$$

$$= \frac{\sqrt{u^2 - v^2 + v^2 \cos^2 \alpha} - v^2 \cos^2 \alpha}{(- \dots)^{\frac{3}{2}}} > 0$$

$$6000 \cdot \left(\frac{2 \cdot 43 + 2 \cdot 11}{43 \cdot 11} \right) = \frac{6000 \cdot 108}{473} \approx 13 \cdot 108 = 1404 \text{ с}$$