



# 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.

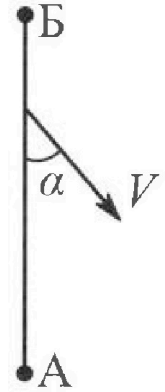
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

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.

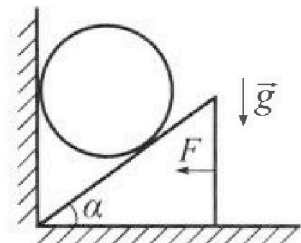
2. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.

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.

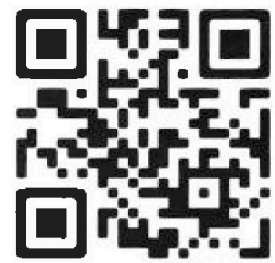
4. При каком значении угла  $\alpha$  ускорение клина максимальное?

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



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

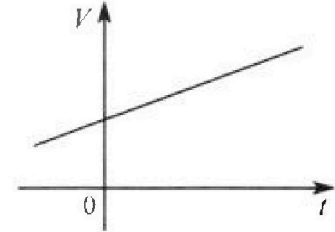
Вариант 09-01



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.

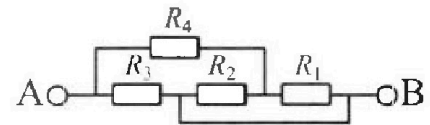
Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем ртути в  $\beta = 1,018$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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

N 1

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 время максимальное

$S = u T_0 \Rightarrow u = \frac{S}{T_0} = \frac{9,6 \text{ км}}{4000 \text{ с}} = \frac{9600 \text{ м}}{4000 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$V_1$  — скорость аппарата

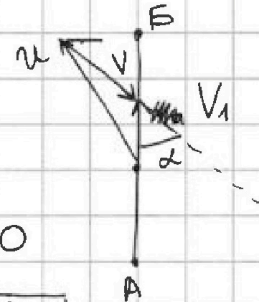
отм-но Земли при  $\sin \alpha = 0,6$

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

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

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

не подходит, т.к.  $V_1 > 0$



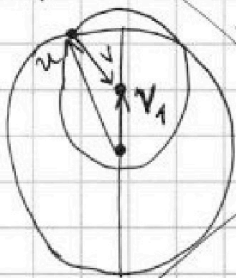
$= \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + u^2 - V^2} - V \cos \alpha = \sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$

$T_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{S}{\sqrt{u^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = T_1 = \frac{9,6 \cdot 10^3 \text{ м}}{\sqrt{576 - 256 \cdot \frac{9}{25}} - 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{4}{5}}$

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

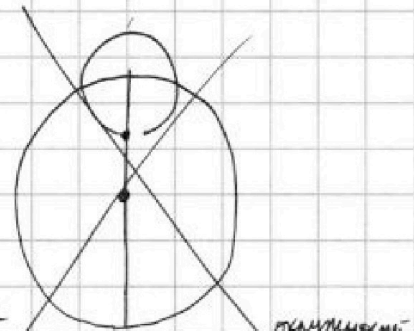
Чтобы  $T_1$  было максимальным,  $V_1$  должно быть минимальным.

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



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  $V$  к  $u$ .



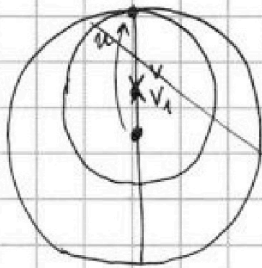


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$u = V * V_1$$

$$\alpha^* = 0$$

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

$$= \frac{3600 \text{ м} \cdot 400 \text{ с}}{3600 \text{ м} - 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 400 \text{ с}} = \frac{96 \cdot 400 \text{ с}}{32} = 3 \cdot 400 \text{ с} = 1200 \text{ с} = 20 \text{ мин}$$

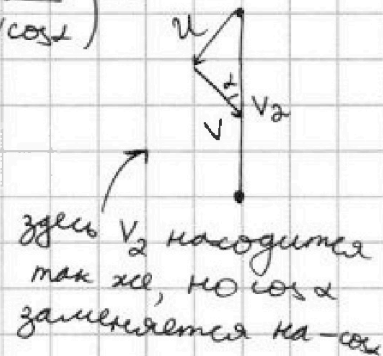
Ответ:  $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $T_1 = \frac{6000 \text{ с}}{3\sqrt{2} - 8}$ ;  $\alpha^* = 0$ ;  $T_{MAX} = 20 \text{ мин}$

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

↑  
среднее арифметическое  
пути A → B → A

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

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



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

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

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

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

$$= \frac{2 S^2 T_0}{S^2 - v^2 T_0^2} = T_{MAX} = \frac{2 \cdot 3600 \cdot 3600 \cdot 400 \text{ с}}{3600 \cdot 3600 - 256 \cdot 400 \cdot 400} = \frac{3 \cdot 16 \cdot 16 \cdot 600 \text{ с}}{64 \cdot 9 - 256 \cdot 16}$$

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

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



1  2  3  4  5  6  7

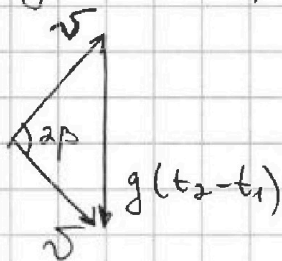
СТРАНИЦА  
1 из 2

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:  
 $t_1 = 1 \text{ c}$   
 $t_2 = 2 \text{ c}$   
 $\alpha = 60^\circ$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$T = ?$   
 $H = ?$   
 $R = ?$

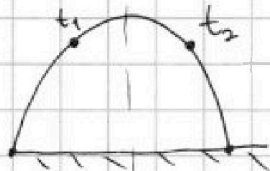
Нарисуем векторный треугольник скоростей:



$v$  - 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

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

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

$\alpha$  - угол, под которым его бросили

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

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

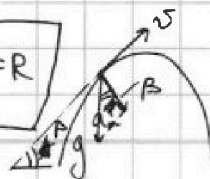
$$v_0 \sin \alpha - g t_1 = v \sin \beta \Rightarrow v_0 \sin \alpha = g t_1 + \frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \frac{g(t_1 + t_2)}{2}$$

$$\Rightarrow H = \frac{g^2(t_1 + t_2)^2}{4 \cdot 2g} = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8} = H =$$

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

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

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





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!

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

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



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!

N3

Дано:

$\alpha = 30^\circ$

$m = 1 \text{ кг}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\mu = 0,8 \text{ м}$

$F = ?$

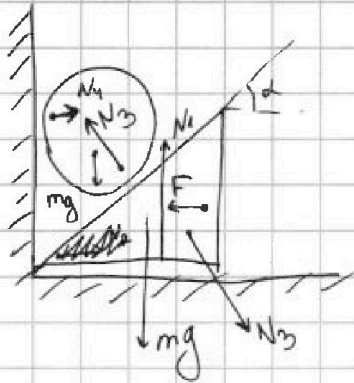
$h = ?$

$a = ?$

$\alpha^* = ?$

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

угол, при котором  
а максимально



ИЗН:

$0 = F - N_3 \sin \alpha$

$0 = mg - N_3 \cos \alpha$

↑ на шарик  
на клин

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

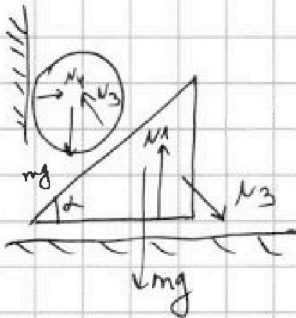
$F = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$

Теперь силу F снимают:

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

Трения нет, абсолютно упругий удар

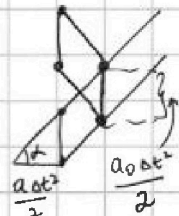
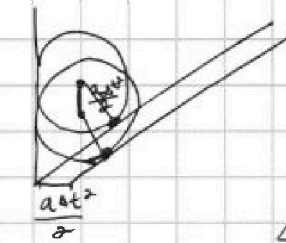
$\Rightarrow$  ЗСЭ:  $mg\mu = mgh$ ;  $h = \mu = 0,8 \text{ м}$



~~$ma = N_3 \sin \alpha = \frac{mg}{\cos \alpha} \sin \alpha$~~   
 ~~$a = g \tan \alpha = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$~~

Пусть прошло время  $\Delta t$ :

$\Delta t$ :



$a_0$  — ускорение шарика

Если сила взаимодействия между шариком и клином

$N, m_0: \begin{cases} ma_0 = mg - N \cos \alpha \\ ma = N \sin \alpha \end{cases}$

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



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!

$$m a \operatorname{tg} \alpha = m g - \frac{m a}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha$$

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

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

$$a \rightarrow \max$$

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

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

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

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

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

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!

N4

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{509}{1360} \text{ мм}^3 = \frac{3563}{340} \text{ мм}^3 = \frac{18 \cdot 2 \cdot 7}{1360} \text{ мм}^3 = \frac{63}{340} \text{ мм}^3$$

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

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:  $U = 100$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 10 \text{ Ом}$$

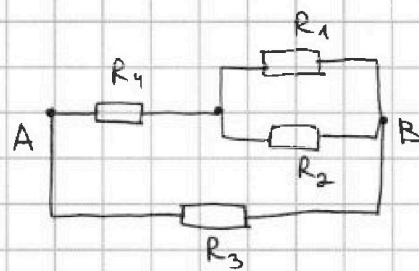
$$R_4 = 6 \text{ Ом}$$

$R_{\text{экв}} = ?$

$P = ?$

~~$P_{\text{мин}} = ?$~~

Перечислим схему:



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

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

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

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

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

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

$P_i, I_i$  — 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  $P_{\text{MIN}} = 0,8 \text{ Вт}$

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

$P_{\text{MIN}} = 0,8 \text{ Вт}$



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

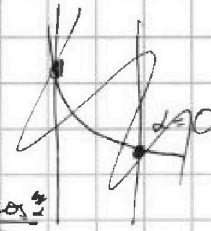
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!

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

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

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



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

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

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

