

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.

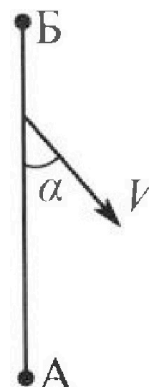
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

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.

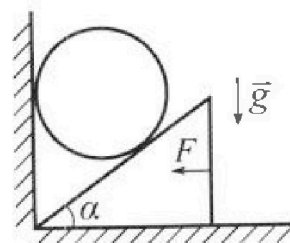
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H=0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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

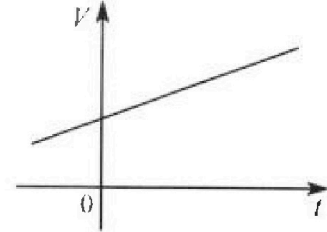
Вариант 09-01



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.



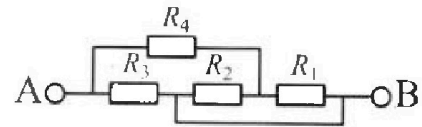
1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ ,  $t_0$ ,  $t_{100}$ ,  $t$ .

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  $R_{ЭКВ}$  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

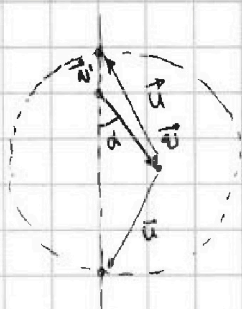
1 ИЗ 2

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!

Задача 13.

$$u = \frac{S}{T} \quad u = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

скорость бесконечного элемента дна  $\vec{v}$  направлена вправо  $AB$ ; рассмотрим векторную сумму  $\vec{v}$  и  $\vec{u}$



каждом значении  $\vec{v}$

теорема косинусов

$$u^2 = v^2 + v'^2 + 2 \cos \alpha \cdot v \cdot v'$$

$$v'^2 + (2 \cos \alpha \cdot v) v' + v^2 - u^2 = 0$$

$$v' = \frac{-2 \cos \alpha \cdot v \pm \sqrt{4 \cos^2 \alpha \cdot v^2 - 4v^2 + 4u^2}}{2} =$$

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

очевидно нам нужен плюс

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

$$\sin \alpha = 0,6 \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$v' = \sqrt{0,64 \cdot 16^2 - 16^2 + 24^2} - 16 \cdot 0,8 = 8 \sqrt{0,64 \cdot 4 - 4 + 9} - 12,8 =$$

$$= 8 \sqrt{9 - 4 + 3,6} - 12,8 = 8 \sqrt{8,6} - 12,8 = 8 \sqrt{8,6} - 12,8$$

$$= 8 \sqrt{\frac{900 - 144}{100}} - 12,8 = 0,8 \sqrt{30^2 - 12^2} - 16 \cdot 0,8 = 6 \cdot 0,8 \sqrt{5^2 - 2^2} - 16 \cdot 0,8$$

$$v' = \sqrt{(1 - \sin^2 \alpha) v^2 - v^2 + u^2} - v \cdot \cos \alpha = \sqrt{u^2 - \sin^2 \alpha v^2} - v \cdot \cos \alpha$$

$$v' = \sqrt{24^2 - (0,6 \cdot 16)^2} - 16 \cdot 0,8 = \sqrt{576 - 144} - 12,8 = 20 - 12,8 = 7,2$$

$$= \frac{24}{10} \sqrt{10^2 - 4^2} - 16 \cdot 0,8 = 2,4 \cdot 3 - 16 \cdot 0,8 = 0,8(9 - 16)$$

$$= \frac{24}{10} \sqrt{10^2 - 4^2} - 16 \cdot 0,8 = 0,8(3\sqrt{84} - 16) = 0,8(2 \cdot 3\sqrt{21} - 16) =$$

$$= 1,6(3\sqrt{21} - 8) \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ 10 \end{array} \cdot \frac{96}{10} = \frac{24 \cdot 96}{10} = \frac{2304}{10} = 230,4$$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

$$T_1 = \frac{S}{v_1} \quad T_1 = \frac{3600}{36(3\sqrt{21}-8)} = \frac{6000}{(3\sqrt{21}-8)} \text{ с}$$

рассмотрим две волны на линии тогда и обратно то в одном случае скорость.

$$v_1' = \sqrt{u^2 - \sin^2 \alpha} v^2 - v \cdot \cos \alpha$$

$$v_2' = \sqrt{u^2 - \sin^2 \alpha} v^2 + v \cdot \cos \alpha \quad \leftarrow \text{тут } \cos \alpha \text{ становится положительным, т.к. угол меньше } 180.$$

$$T_{\text{max}} = \frac{S}{v_1'} + \frac{S}{v_2'} = \frac{S}{\sqrt{u^2 - \sin^2 \alpha} v^2 - v \cos \alpha} + \frac{S}{\sqrt{u^2 - \sin^2 \alpha} v^2 + v \cos \alpha} =$$

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

Заряд производную

$$T_{\text{max}}' = \frac{2S}{u^2 - v^2} \cdot \frac{1}{2\sqrt{u^2 - \sin^2 \alpha} v^2} \cdot (-v^2 \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha) = 0$$

$$\sin 2\alpha = 0 \Rightarrow 2\alpha = 0^\circ \Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

$$T_{\text{max}} = \frac{2S}{u^2 - v^2} \cdot \sqrt{u^2} = \frac{2Su}{u^2 - v^2}$$

$$T_{\text{max}} = \frac{2 \cdot 3600 \text{ м} \cdot 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{24^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 16^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{2 \cdot 1200 \text{ м} \cdot 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{(9-4) \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{6 \cdot 1200}{5} \text{ с} = 6 \cdot 240 \text{ с} =$$

$$= 1440 \text{ с.}$$

Ответ: 1.  $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2.  $T_1 = \frac{6000}{(3\sqrt{21}-8)} \text{ с}$

3.  $\alpha = 0^\circ$

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  
\_\_ ИЗ \_\_

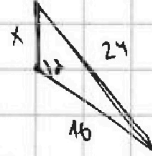
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновики.

$$(x-6)(x+5) = 0$$

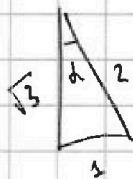
$$x^2 - x - 30 = 0$$

$$x = \frac{1 \pm \sqrt{1+120}}{2} = \frac{1 \pm 11}{2}$$



$$\cos \alpha = -0,8$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 16 \\ \hline 48 \\ + 96 \\ \hline 256 \end{array} \quad (24^2 - 16^2)$$



$$\frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$24^2 = x^2 + 16^2 + 2 \cdot 0,8 \cdot 16 \cdot x$$

$$x^2 + 25,6x - 320 = 0$$

$$x = \frac{-25,6 \pm \sqrt{25,6^2 + 4 \cdot 320}}{2}$$

$$u^2 - \sin^2 \alpha v^2 > v^2 \cos^2 \alpha$$

$$24^2 - (0,6 \cdot 16)^2 > (0,8 \cdot 16)^2$$

$$240^2 - 96^2 > 128^2$$

$$10^2 - 4^2 >$$

$$100 - 16$$

$$(84)$$

$$4 \cdot 21$$

$$3 \cdot 21$$

$$2 \cdot 21$$

$$64$$

$$\begin{array}{r} 09 \\ \times 14 \\ \hline 36 \\ + 126 \\ \hline 126 \end{array}$$

$$\frac{96}{16}$$

$$96 = 16 \cdot 6$$

$$64$$

$$\sin 2\alpha = 0$$

$$\frac{\sqrt{x+\Delta x} - \sqrt{x}}{\Delta x} =$$

$$= \frac{x+\Delta x - x}{\Delta x \sqrt{x+\Delta x} + \sqrt{x}} = \frac{1}{2\sqrt{x}}$$

$$96 = 8 \cdot 12$$

$$\begin{array}{r} 120 \quad 15 \\ \times 10 \quad 24 \\ \hline 1200 \\ + 240 \\ \hline 1440 \end{array}$$

$$136 = 16 \cdot 8 \quad 4 \cdot 34$$



1  2  3  4  5  6  7

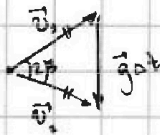
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!

Задача № 2.

рассмотрим

векторы треугольнику скорости между  $t_1$  и  $t_2$

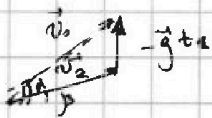


т.к.  $2\beta$  равен  $60^\circ$  треугольнику равнобедренный

$$|v_2| = |g \cdot at| = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3\text{с} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

также заметим, что горизонт перпендикулярен  $g \cdot at \Rightarrow$  ("высота" = "биссектриса") в момент  $t_2$  угол над горизонтом  $\beta$

тогда по теореме косинусов для начальной скорости и величины скорости из  $v_2$  вычислим  $\vec{v}_0$



$$|v_0| = \sqrt{\left(\frac{1}{2} g t_2\right)^2 + (v_2 \cdot \cos \beta)^2}$$

$$|v_0| = \sqrt{\frac{9}{4} 10 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 3\text{с}^2 + 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \frac{9}{4}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{\frac{9+3}{4}} = 10\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

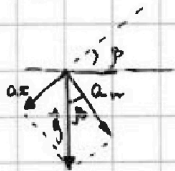
$$\sin \alpha = \frac{\frac{1}{2} g t_1}{v_0} = \frac{\frac{1}{2} 10 \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{1 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 3} = \frac{\sqrt{3}}{6} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

Точка:  $v_0 \sin \alpha - \frac{gT}{2} = 0 \Rightarrow T = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}; T = \frac{2 \cdot 10\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{6}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$

h:  $h = v_0 \sin \alpha \frac{T}{2} - \frac{gT^2}{8};$

$$h = 10\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot \frac{3\text{с}}{2} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 9\text{с}^2}{8} = \left(\frac{90}{4} - \frac{90}{8}\right) \text{м} = \frac{90}{8} \text{м} = \frac{45}{4} \text{м}$$

момент  $t_2$



$$a_n = g \cdot \cos \beta$$

$$a_n = \frac{v_2^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_2^2}{a_n}; R = \frac{v_2^2}{g \cdot \cos \beta} = \frac{10 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

$$= \frac{20}{\sqrt{3}} \text{м} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{м}$$

Ответ: 1.  $T = 3\text{с}$

2.  $h = \frac{45}{4} \text{м}$

3.  $R = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{м}$

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

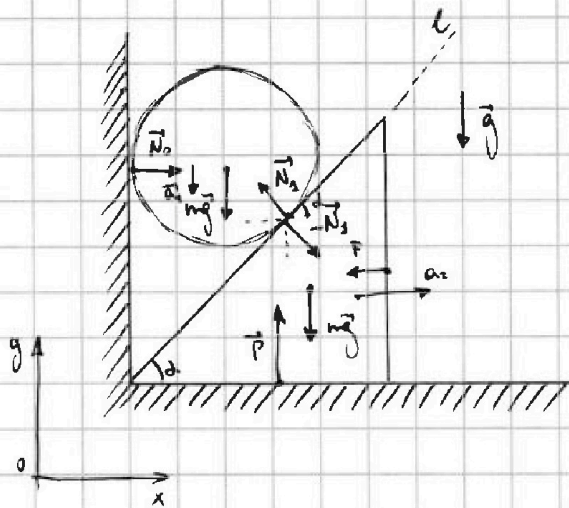
СТРАНИЦА

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!



Задача № 3



рассмотрим с.м.

проекции на  $Ox$

для всей системы (шар+упр)

$$N_0 - F = 0 \Rightarrow N_0 = F$$

для шарика:

$$Oy: N_1 \cdot \cos \alpha - mg = 0$$

$$Ox: -N_1 \cdot \sin \alpha + N_0 = 0$$

$$N_1 \cdot \sin \alpha = N_0$$

$$N_1 \cdot \cos \alpha = mg$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_0}{mg} \Rightarrow N_0 = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$F = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10}{3} \cdot \sqrt{3} \text{ Н}$$

$$N_0 = F = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

когда с.м.  $F$  перестанет ускориваться:

$$a_1 = \frac{mg - N_1 \cdot \cos \alpha}{m}$$

$$a_2 = \frac{N_1 \cdot \sin \alpha}{m}$$

проекции скорости на упрямую

(упрямую) — движение шарика по наклонной  
(упрямую) — движение шарика по наклонной

а.т.к. шар движется по наклонной  
то верно и для упрямых.

~~а.т.к. шар~~

$$a_1 \cdot \cos \alpha = a_2 \cdot \sin \alpha$$

$$\left(g - \frac{N_1}{m} \cos \alpha\right) \cos \alpha = \frac{N_1}{m} \sin^2 \alpha$$

$$g \cdot \cos \alpha = \frac{N_1}{m} (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$

$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow a_1 = \frac{g - g \cos^2 \alpha}{1} = g \sin^2 \alpha = g \cdot 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_2 = g \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{g \sin 2\alpha}{2} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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

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!

найдан в какой скорости марш упрже фазнал

$$\frac{a_1 t^2}{2} = H \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_1}} \quad v = \sqrt{2Ha_1}$$

расстояние на какую высоту поднеса метки

$$t = \frac{v}{g} \quad h = \frac{vt^2}{2} = \frac{v^2}{2g} = \frac{2Ha_1}{2g} = \frac{Ha_1}{g}$$

$$h = \frac{0,8 \text{ м} \cdot 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,2 \text{ м}$$

ускорение угла

$$a = \frac{g \sin 2\alpha}{2}$$

$a_{\max}$  при  $\sin 2\alpha = \max$ .

$$\sin 2\alpha = 1 \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

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

- Ответ:
1.  $F = \frac{10}{3}\sqrt{3} \text{ Н}$
  2.  $h = 0,2 \text{ м}$
  3.  $a = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
  4.  $\alpha = 45^\circ$
  5.  $a_{\max} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



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.



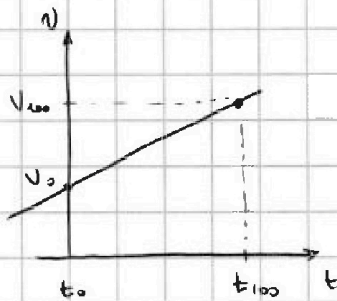
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

4 ИЗ 4

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!

Задача 4



$$V_0 = \frac{m}{\rho}$$

$$V_{100} = \beta V_0 = \beta \frac{m}{\rho}$$

уравнение прямой

$$\frac{V - V_0}{V_{100} - V_0} = \frac{t - t_0}{t_{100} - t_0}$$

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

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

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

$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{(\beta - 1) m}{(t_{100} - t_0) \rho} (t_2 - t_1)$$

$$\Delta V = \frac{0,018 \cdot 27}{100^\circ \text{C} \cdot 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot 7^\circ \text{C} = \frac{0,003 \cdot 2 \cdot 7}{100 \cdot 3,4} \cdot 1000 \text{ см}^3 = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot 7}{34} \text{ см}^3 =$$

$$= \frac{12,6}{34} \text{ см}^3 = \frac{6,3}{17} \text{ см}^3$$

$$\Delta V = S \cdot L \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} \quad ; \quad S = \frac{12,6 \text{ см}^3}{34 \cdot 50 \text{ мм}} = \frac{25,2}{3400} \text{ см}^2 = \frac{12,6}{1700}$$

Ответ: 1.  $V(t) = \frac{(\beta - 1) m}{(t_{100} - t_0) \rho} t + \frac{m}{\rho} (t_{100} - t_0 \beta)$

2.  $\Delta V = \frac{(\beta - 1) m}{(t_{100} - t_0) \rho} (t_2 - t_1)$   $\Delta V = \frac{6,3}{17} \text{ см}^3$

3.  $S = \frac{25,2}{3400} = \frac{12,6}{1700} \text{ см}^2$

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

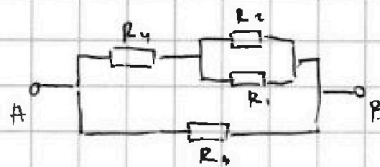
1 ИЗ 2

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!

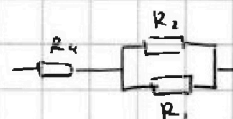
Задача №5.



перестроим эту схему:



эквивалентное сопротивление участка:



$$R' = R_4 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}} = R_4 + \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1}$$

$$R' = 6 \Omega + \frac{5 \Omega \cdot 20 \Omega}{5 \Omega + 20 \Omega} = 10 \Omega$$

$R_{\text{экв}}$  : (параллельно соединены  $R'$  и  $R_3$ )

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

$$R_{\text{экв}} = \frac{10 \Omega (6 \Omega + \frac{5 \Omega \cdot 20 \Omega}{5 \Omega + 20 \Omega})}{10 \Omega + 6 \Omega + \frac{5 \Omega \cdot 20 \Omega}{5 \Omega + 20 \Omega}} = \frac{10 \Omega \cdot 10 \Omega}{10 \Omega + 6 \Omega + 4 \Omega} = \frac{100 \Omega^2}{20 \Omega} = 5 \Omega$$

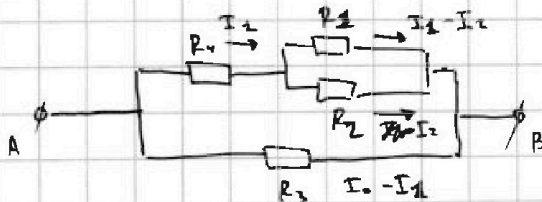
$$P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}}$$

$$P = \frac{10 \text{ В} \cdot 10 \text{ В}}{5 \Omega} = 20 \text{ Вт}$$

Суммарный ток по системе:  $I_0 = \frac{U}{R}$

$$I_0 = 2 \text{ А}$$

расставим токи по схеме



$$R_2 \cdot I_2 = R_1 (I_1 - I_2)$$

$$R' \cdot I_1 = R_3 (I_0 - I_1)$$

$$I_1 = \frac{R_3 I_0}{R' + R_3} = \frac{10 \Omega \cdot 2 \text{ А}}{10 \Omega + 10 \Omega} = \frac{I_0}{2} = 1 \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{R_1 I_1}{R_2 + R_1} = \frac{5 \Omega \cdot 1 \text{ А}}{25 \Omega} = \frac{1}{5} \text{ А} = 0,2 \text{ А}$$

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.



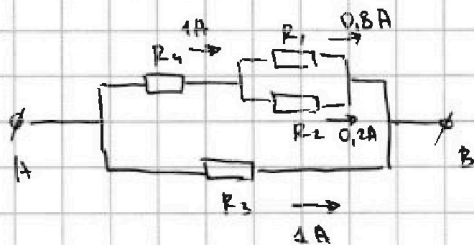
1  2  3  4  5  6  7

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!

теперь для удобства расставим токи в узлах.



$$P_i = I_i^2 \cdot R_i$$

$$P_1 = 0,8^2 \text{ A}^2 \cdot 5 \Omega = 3,2 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 0,2^2 \text{ A}^2 \cdot 20 \Omega = 0,8 \text{ Вт}$$

$$P_3 = 1^2 \text{ A}^2 \cdot 10 \Omega = 10 \text{ Вт}$$

$$P_4 = 1^2 \text{ A}^2 \cdot 6 \Omega = 6 \text{ Вт}$$

минимальная мощность рассеивается на втором резисторе

$$P_{\min} = P_2 = 0,8 \text{ Вт}$$

Ответ: 1.  $R_{\text{экв}} = 5 \Omega$

2.  $P = 20 \text{ Вт}$

3.  $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$



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.

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!

