



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

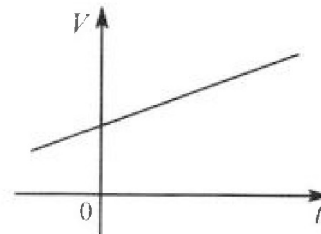
Вариант 09-01

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

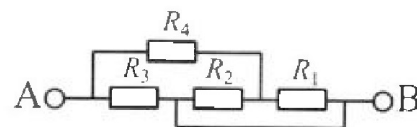
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.

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  $P_{MIN}$ .

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.

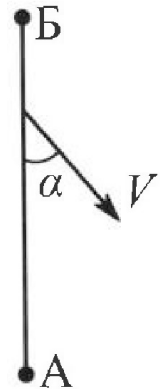
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

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.

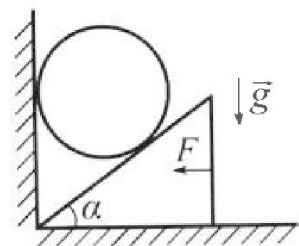
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H=0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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.

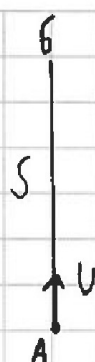




1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



В безветренной погоде:

$$S = U T_0 \Rightarrow U = \frac{S}{T_0} = \frac{9.6 \text{ км}}{400 \text{ с}} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \text{ м/с}$$

$$S = 9.6 \text{ км}$$

$$T_0 = 400 \text{ с}$$

$$V = 16 \text{ м/с}$$

$\rho$  - угол между  $\overline{AB}$  и  $\overline{U}$

$V_{\text{век}}$  - скорость ветра относительно земли

Если считать ветер, то

$$\overline{V} + \overline{U} = \overline{V_{\text{век}}}$$



$$\sin \rho \cdot U = \sin \alpha \cdot V$$

$$\sin \alpha = \frac{\sin \rho \cdot U}{V}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \rho \cdot U^2}{V^2}}$$

$$V_{\text{век}} = \cos \alpha \cdot U - \cos \alpha \cdot V$$

$$V_{\text{век}} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \rho \cdot U^2}{V^2}} \cdot U - \cos \alpha \cdot V$$

$$V_{\text{век}} = \sqrt{U^2 - \sin^2 \rho \cdot V^2} - \cos \alpha \cdot V$$

$$V_{\text{век}} = \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \rho \cdot V^2} - \cos \alpha \cdot V \Rightarrow$$

$$T_1 = \frac{S}{V_{\text{век}}} = \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \rho \cdot V^2} - \cos \alpha \cdot V}$$

$$\sqrt{483.84} \approx 22$$

$$\frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \rho \cdot V^2} - \sqrt{1 - \sin^2 \rho} \cdot V}$$

$$= \frac{9600 \text{ м}}{\sqrt{483.84} - 12.8} = \frac{9600 \text{ с}}{22 - 12.8} \approx 1013.23 \text{ с}$$

Если считать обратным, то  $\sqrt{1 - \sin^2 \rho} \cdot V$  преобразуется

$$T = \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \rho \cdot V^2} - \sqrt{1 - \sin^2 \rho} \cdot V} + \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \rho \cdot V^2} + \sqrt{1 - \sin^2 \rho} \cdot V}$$



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!

$$t = \frac{S}{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha^2 V^2} \left( 2 \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha^2 V^2} \right) - \left( 2 \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha^2 V^2} \right) S$$

б. найти перемены значения max  $\sin \alpha \Rightarrow$

$$\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha^2 V^2$$

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

min  $\sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$

$$T_{\max} = \frac{2 \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2}} S}{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2} = \frac{2 \frac{S}{T_0} S}{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2} = \frac{2 S^2}{\frac{S^2}{T_0} - V^2 T_0} = \frac{2}{\frac{1}{T_0} - \frac{V^2 T_0}{S^2}} = 2400 \text{ C}$$

$$T_{\min} = \frac{2 \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2}}{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2} = \frac{2 S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2}} = \frac{2}{\sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{V^2}{S^2}}}$$

$$\frac{2400}{\sqrt{5}} \text{ C}$$

Answer:  $V = \frac{S}{T_0} = 24 \text{ k/c}$

$$T_1 = \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha^2 V^2}} = \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - 1 \cdot \sin^2 \alpha^2 V^2}} = 1043 \frac{11}{25} \text{ C}$$

$\alpha = 90^\circ$

$$T_{\max} = \frac{2}{\frac{1}{T_0} - \frac{V^2 T_0}{S^2}} = 2400 \text{ C}$$

$$T_{\min} = \frac{2}{\sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{V^2}{S^2}}} = \frac{2400}{\sqrt{5}} \text{ C}$$



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!

$$\text{Ищем: } T = t_1 + t_2 = 30$$

$$R = \left( \sin^2 \alpha \cdot \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \alpha)} + g^2 t_1^2 + 2 \cos \alpha g t_1 \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{2(1 - \cos \alpha)} \right) \cdot 2g =$$
$$5 \left( \frac{5}{4} + \sqrt{3} \right) \text{ м}$$

$$R = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \alpha)} \cos \alpha = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$



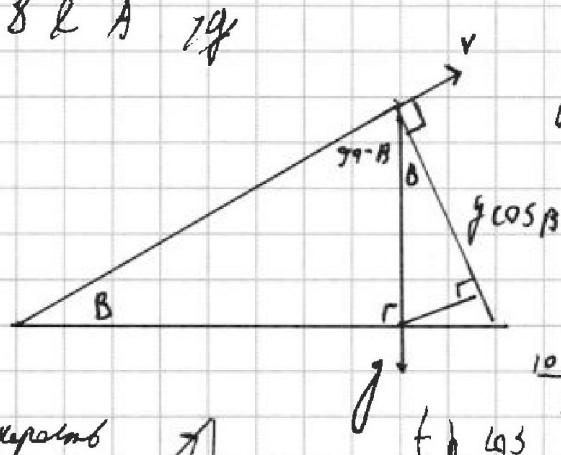
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!

По схеме у нас мы считаем, что угол между  $V$  и гориз. плоскостью  $\beta \rightarrow$  в вершине этой точки у нас скорость  $V \cos \beta$   
3 2 3 1 9

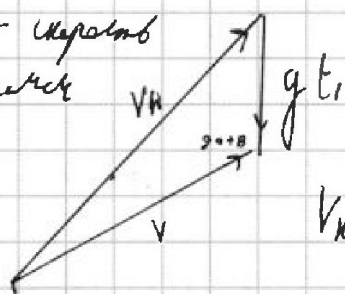


$$g \cos \beta = \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{v^2}{g \cos \beta} = \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \beta) g \cos \beta}$$

$$\frac{g (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \beta) \cos \beta} = \frac{10 \cdot 16 (20 - 10)^2}{2(1 - \frac{1}{2}) \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

$V_k$  - скорость в точке



$$V_k^2 = V^2 + g^2 t_1^2 - 2 \cos(90^\circ + \beta) V g t_1$$

$$V_k^2 = V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1$$

3 кт же мы най

$$\frac{V_k^2}{2} = \frac{V^2 \cos^2 \beta}{2} + g h$$

$$V_k^2 = V^2 \cos^2 \beta + 2 g h$$

$$V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1 = V^2 \cos^2 \beta + 2 g h$$

$$\sin^2 \beta V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1 = 2 g h$$

$$k = \frac{\sin^2 \beta V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1}{2 g} = \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \beta)} + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1$$

$$k = \frac{\sin^2 \beta V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1}{2 g} = \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \beta)} + 2 g h = 5 \left( \frac{5}{4} + \sqrt{3} \right) \text{ м}$$



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

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!

$$a_m m = mg - \frac{a_k m}{\tan \alpha}$$

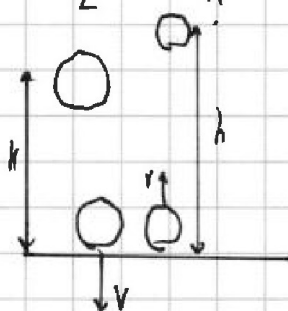
$$a_m = g - \frac{a_k}{\tan \alpha}$$

$$\tan \alpha a_k = g - a_m$$

$$a_k (\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha}) = g$$

Шар движется к  $\Rightarrow$  и  $V_{\text{нач}} = 0 \Rightarrow$

$$\frac{a_m t^2}{2} = h \quad t = \sqrt{\frac{2h}{a_m}} \Rightarrow V_k = a_m t = \sqrt{2h a_m}$$



после упругого удара  $V$  направлена  $\Rightarrow$

$$y(t) = V t - \frac{g t^2}{2}$$

$$t_0 = \frac{V}{g}$$

$$b = \frac{V^2}{g} - \frac{V^2}{2g} = \frac{V^2}{2g} = \frac{2h a_m}{2g} = \frac{h a_m}{g}$$

$$\frac{k \cdot g \tan^2 \alpha}{g (\tan^2 \alpha + 1)} = \frac{k \tan^2 \alpha}{\tan^2 \alpha + 1} = \frac{k}{1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}} = \frac{k}{1 + 3} = \frac{0.8k}{4} = 0.2k$$

$$a_k = \frac{g}{\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha}} = \frac{g}{\frac{1}{\sqrt{3}} + \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} g}{3 + 1} = \frac{\sqrt{3}}{4} g = \frac{\sqrt{3} \cdot 5}{2} \text{ м/с}^2$$

$$\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha} \geq 2 \sqrt{\tan \alpha \cdot \frac{1}{\tan \alpha}} = 2 \Rightarrow \text{значения мин, когда}$$

$\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha}$  достигается, когда  $\tan \alpha$  и  $\frac{1}{\tan \alpha}$  численно равны  $\Rightarrow$  когда  $\tan \alpha = \frac{1}{\tan \alpha} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

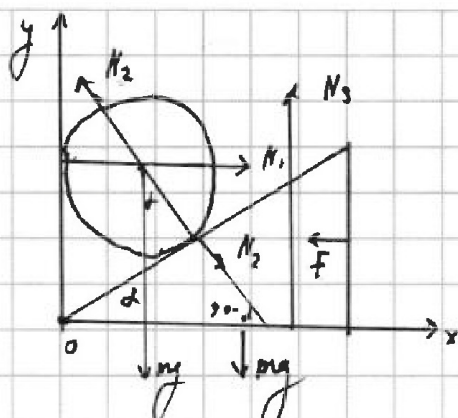


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



2 3 к глн шару

$$0 = mg + N_1 + N_2$$

на ось y

$$0 = mg - \cos \alpha N_2$$

$$N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\text{на ось x} \quad k = 0.7 \text{ Н}$$

$$0 = N_1 - \sin \alpha N_2$$

$$N_1 = \sin \alpha N_2$$

2 3 к глн шару

$$0 = \vec{N}_2 + \vec{N}_3 + \vec{mg} + \vec{F}$$

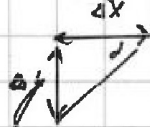
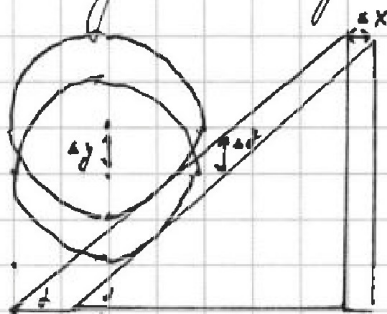
на ось x

$$0 = F - \cos(90 - \alpha) N_2$$

$$F = \sin \alpha N_2$$

$$F = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} mg = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н}$$

Нельзя кол. перемещений



$$\Delta x = \frac{a_k t^2}{2}$$

$$\Delta y = \frac{a_m t^2}{2}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{a_m}{a_k} = \tan \alpha$$

$$a_m = \tan \alpha a_k$$

2 3 к глн шару

$$\vec{a}_m m = \vec{N}_2 + \vec{N}_1 + \vec{mg}$$

на ось y

$$a_m m = mg - \cos \alpha N_2$$

2 3 к глн шару

$$\vec{a}_k m = \vec{N}_2 + \vec{N}_3 + \vec{mg}$$

$$a_k m = \sin \alpha N_2$$

$$N_2 = \frac{a_k m}{\sin \alpha}$$



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  
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!

$$a_{\max} = \frac{g \cdot \tan \alpha}{\tan^2 \alpha + 1} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$\frac{g \cdot 1}{1^2 + 1} = \frac{g}{2} = 5 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $F = \tan \alpha \cdot mg = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н}$

$$h = \frac{k}{1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}} = 0.2 \text{ м}$$
$$a_{\max} = \frac{g}{\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha}}$$
$$\alpha = 45^\circ$$

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

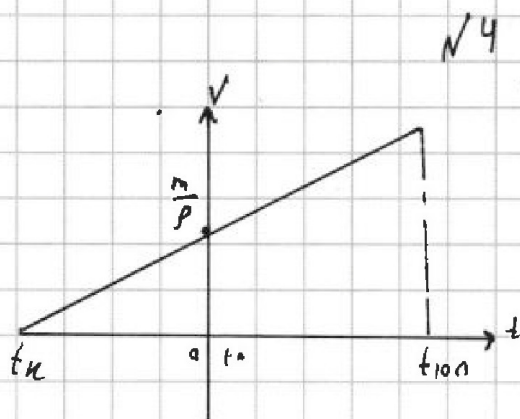


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



$t_k$ , где прямая  
пересекает с осью  $t$

из задачи:

$$\beta = \frac{t_k + t_{100}}{t_k}$$

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

$$\beta = 1.018$$

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

$$\rho = 13.62/\text{cm}^3$$

$$\beta = \frac{t_{100} - t_k}{t_0 - t_k}$$

$$\beta t_k = t_k + t_{100} - t_0$$

$$\beta t_0 - \beta t_k = t_{100} - t_k$$

$$t_k = \frac{t_{100} - t_0}{\beta - 1}$$

$$t_k(1-\beta) = t_{100} - \beta t_0$$

$$t_k = \frac{t_{100} - \beta t_0}{1-\beta}$$

$$V_{\text{нр}} t_0 = \frac{m}{\rho}$$

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

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

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

$$V_{\text{нр}} t_1 = \frac{t_1 m(\beta-1)}{\rho(t_{100}-t_0)} + \frac{m}{\rho}$$

$$V_{\text{нр}} t_2 = \frac{t_2 m(\beta-1)}{\rho(t_{100}-t_0)} + \frac{m}{\rho}$$

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

$$\frac{7^\circ \cdot 22 \cdot (1.018 - 1)}{13.62/\text{cm}^3 (100^\circ - 0^\circ \cdot 1.18)} =$$

$$\frac{7 \cdot 1 \cdot 0.018}{13.6 \cdot 100} \text{ cm}^3 = \frac{63}{34} \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$$

h

$V(t_2)$

$V(t_1)$

$S h = V(t_2) - V(t_1)$

$$S = \frac{V(t_2) - V(t_1)}{h} = \frac{(t_2 - t_1)m(\beta-1)}{\rho(t_{100}-t_0)h} = \frac{63}{34} \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3 =$$

$$\frac{63}{12} \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2$$

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

$$\Delta V = \frac{(t_2 - t_1)m(\beta-1)}{\rho(t_{100}-t_0)} = \frac{63}{34} \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$$

$$S = \frac{(t_2 - t_1)m(\beta-1)}{\rho(t_{100}-t_0)h} = \frac{63}{34} \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2$$



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!

$$S = \frac{(t_2 - t_1) \cdot n \cdot (p - 1)}{p(t_{100} - t_0 \cdot p)} \approx \frac{63}{17} \cdot 10^{-5} \text{ с}$$



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

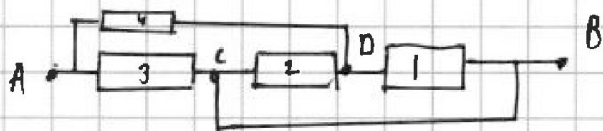
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!



$U_0 = U_c$ , без BC-перемычки

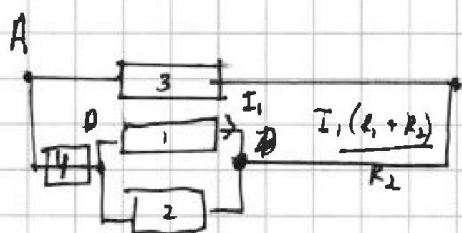
$$R_1 = 50 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega$$

$$R_4 = 50 \Omega$$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



$$R_{124} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4$$

$$R_{1234} = \frac{R_3 \left( \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4 \right)}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 + R_4} = 50 \Omega$$

$R_1$  и  $R_2$  параллельно  $\rightarrow$

напряжения на них равны  $\rightarrow$  ток через  $R_1$  равен  $I_1$ ,  
то через  $R_2$  -  $\frac{I_1 R_1}{R_2} \Rightarrow$  ток  $R_4$   $I_1 + \frac{I_1 R_1}{R_2} = \frac{I_1 (R_1 + R_2)}{R_2}$

$R_3$  соединен параллельно с цепью  $R_1, R_2, R_4 \rightarrow$

ток через них  $I_1 R_1 + \frac{I_1 (R_1 + R_2) R_4}{R_2}$

$$U = I_1 R_1 + \frac{I_1 (R_1 + R_2) R_4}{R_2}$$

$$I_1 = \frac{U R_2}{R_2 R_1 + (R_1 + R_2) R_4}$$

$$P = I_1^2 R_1 + \frac{I_1^2 (R_1 + R_2)^2}{R_2^2} R_4 + \frac{I_1^2 (R_1 + R_2)^2}{R_2^2} R_4 + \left( \frac{I_1 R_1 + \frac{I_1 (R_1 + R_2) R_4}{R_2}}{R_3} \right)^2 R_3$$

$$P = I_1^2 \left( R_1 + \frac{R_1^2}{R_2} + \frac{(R_1 + R_2)^2 R_4}{R_2^2} + \frac{(R_1 + \frac{(R_1 + R_2) R_4}{R_2})^2}{R_2} \right) = \frac{500}{49} \text{ Вт} \cdot 0.4 = 4.08 \text{ Вт}$$

$$P_1 = I_1^2 R_1$$

$$P_2 = \frac{I_1^2 R_1^2}{R_2^2} \cdot R_2 = \frac{I_1^2 R_1^2}{R_2}$$

$$R_2 ? P_1$$

$$\frac{I_1^2 R_1^2}{R_2} ? I_1^2 R_1$$

$$R_1^2 ? P_1 R_2$$

Ток через  $R_4$  больше ток  $R_1 < R_2$  через  $R_1$  и  $R_4 > R_1$



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!

$$\Rightarrow P_4 > P_1$$

$$P_3 = (U_4 + U_1) R_3 \quad R_3 > R_1 \Rightarrow P_3 > P_1 \Rightarrow$$

$$P_1 \approx U_1 R_1$$

$P_1$  - min *каждый из них*

$$\text{равно } I_1^2 R_1 = \frac{U^2 R_2^2 R_1}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) R_4)^2} = \frac{16}{5} \text{ Дж}$$

$$\text{Ищем: } R_3 \approx R_1 = \frac{R_3 \left( \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4 \right)}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 + R_1} = 5 \Omega$$

$$P = \frac{U^2 R_2^2}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) R_4)^2} \cdot \left( R_1 + \frac{R_1 R_2}{R_2} + \frac{(R_1 + R_2)^2 R_4}{R_2^2} + \frac{\left( R_1 + \frac{(R_2 + R_1) R_4}{R_2} \right)^2}{R_3} \right)$$

$$= \frac{500}{49} \text{ Дж}$$

$P_1$  - min

$$P_1 = \frac{U^2 R_2^2 R_1}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) R_4)^2} = \frac{16}{5} \text{ Дж}$$



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!

$$\frac{9600}{\sqrt{4900} - 0.6^2 \cdot 16^2 \cdot 0.8 \cdot 16}$$

$$\frac{9600}{24^2 - 0.6^2 \cdot 16^2}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 0.8 \\ \hline 12.8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000123 \\ - 92143 \\ \hline 80 \\ - 69 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\frac{10}{\sqrt{2(1-\frac{1}{2})}} = 10$$

$$100 + 100 + \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 10 = 100 \cdot \frac{3}{4} + 20 \cdot H$$

$$\frac{100(2 + \sqrt{3} - \frac{3}{4})}{20} = H$$

$$5 \left( \frac{5}{4} + \sqrt{3} \right)$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 4.6 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57600 \\ - 9216 \\ \hline 48384 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\frac{9600}{9.8}$$

$$\frac{4800}{4.6}$$

$$\frac{48000}{46}$$

$$\frac{24000}{23} = 1000 + \frac{1000}{23}$$

$$1043 \frac{11}{23}$$



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.

$$\begin{array}{r} 96 \overline{) 4} \\ 24 \end{array}$$

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

6

☐

7

☐СТРАНИЦА  
ИЗ

$$\begin{array}{r} 96 \overline{) 16} \\ 16 \end{array}$$

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!

$$\begin{array}{r} 200 \\ \frac{1}{4} - \frac{1}{5} \\ 9.6 \text{ км} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 200 \\ \frac{1}{4} - \frac{1}{5} \\ 9.6 \text{ км} \end{array}$$

$$2400$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \frac{1}{400} - 4 \cdot 16 \cdot 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \frac{1}{400} - 4 \cdot 16 \cdot 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \frac{1}{400} - 4 \cdot 16 \cdot 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \frac{1}{400} - 4 \cdot 16 \cdot 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \frac{1}{400} - 4 \cdot 16 \cdot 400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \frac{1}{400} - 4 \cdot 16 \cdot 400 \end{array}$$

$$5 \cdot \frac{10}{8} + \frac{15}{8} = 5 + \frac{15}{8} = 5 + 1.875 = 6.875$$

$$\frac{125}{4} \cdot \frac{16}{9} = \frac{125 \cdot 16}{4 \cdot 9} = \frac{2000}{9} \approx 222.22$$

$$13.621 \text{ м}^3$$

$$2400$$

$$5 + \frac{15}{8} + \frac{25}{8} = 5 + 3.125 = 8.125$$

$$125$$

$$5 + \frac{15}{8} + \frac{25}{8} = 8.125$$

$$5 + \frac{15}{8} + \frac{25}{8} = 8.125$$

$$5 + \frac{15}{8} + \frac{25}{8} = 8.125$$

$$5 + \frac{15}{8} + \frac{25}{8} = 8.125$$

$$5 + \frac{15}{8} + \frac{25}{8} = 8.125$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

$$9.6 \text{ км}$$

