

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

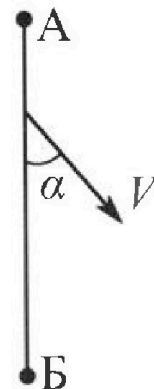


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=2$  км.

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

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 15$  м/с под углом  $\alpha$  к прямой  $AB$  (см. рис.),  $\sin \alpha = 0,8$ .

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  $A \rightarrow B \rightarrow A$  минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность  $T_{MIN}$  полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$ .



2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до подъема на максимальную высоту.
2. Найдите дальность  $L$  полета от старта до падения на площадку.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в малой окрестности высшей точки.

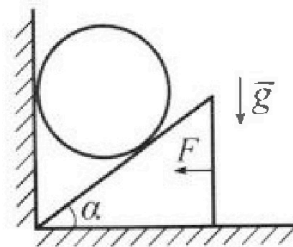
3. Клин с углом  $\alpha$  при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис). На наклонной плоскости клина покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m=0,4$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

Систему удерживают в покое горизонтальной силой  $F = \sqrt{3}mg$ .

1. Найдите угол  $\alpha$ , который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.

Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H$  шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно  $h=0,15$  м.

2. Найдите перемещение  $H$  шара до соударения.
3. Найдите силу  $N_1$ , с которой вертикальная стенка действует на шар в процессе разгона клина.
4. При каком значении угла  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину  $N_{MAX}$  этой силы.





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

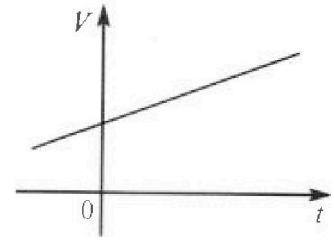


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Для контроля температуры воды в лечебной ванне используют спиртовой термометр. На шкале такого термометра расстояние между отметками  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  и  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  равно  $L=100$  мм. В термометре находится  $m=0,04$  г спирта.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем спирта увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  спирта от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем спирта в  $\beta = 1,12$  раза больше объема спирта при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Плотность спирта при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  считайте равной  $\rho = 0,8$  г/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

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



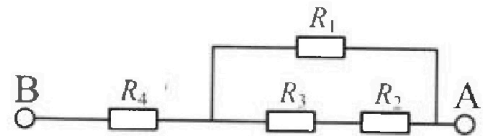
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

- Найдите убыль  $|dV|$  объема спирта при уменьшении температуры воды от  $t_1 = 50^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.
- 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  $R_1 = 1,2r, R_2 = 2r, R_3 = 4r, R_4 = r$ , здесь  $r = 5$  Ом.

- Найдите эквивалентное сопротивление  $R_{\text{ЭКВ}}$  цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока  $I = 4$  А.



- Найдите мощность  $P$ , которая рассеивается на всей цепи.
- На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность  $P_{\text{MIN}}$ .



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



Ча скорость в воздухе  $v_{abc}$  - скорость относительно земли

земли, тогда для  $u$ :  $v_{abc} \cdot u \rightarrow$

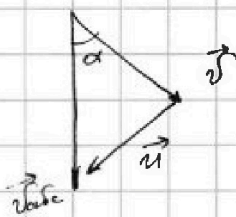
$$\rightarrow 2S = T_0 \cdot u \Rightarrow u = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \text{ км}}{200 \text{ с}} = 0,02 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

При вете, необходимо записать  $j$ -ю компоненту

скорости:  $\vec{v}_{abc} = \vec{v} + \vec{u}$ , т.к. скорость от вета =  $\vec{u}$ .

Найдем векторное  $\Delta$ -к ( $\vec{v}_{abc}$  совпадает с  $\Delta$  в  $\Delta$  АВАБ,

косоугольный - бесконечные углы (угол)



( $T_0$  - время косинусов:

$$u^2 = v^2 + v_{abc}^2 - 2 \cdot v \cdot v_{abc} \cdot \cos \alpha$$

Решим квадратное уравнение ( $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6$ ):

$$v_{abc}^2 - 2 \cdot 15 \cdot 0,6 v_{abc} + 15^2 - 20^2 = 0.$$

Всё в см!

$$v_{abc}^2 - 18 v_{abc} - 175 = 0.$$

$$v_{abc} = \frac{18 \pm \sqrt{18^2 + 4 \cdot 175}}{2} = 9 \pm \sqrt{9^2 + 175} = 9 \pm 16 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T_1 = \frac{S}{v_{abc}} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с.}$$

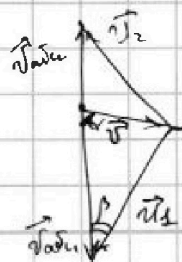
Для  $D$  и  $E$  рассмотрим

мгновенные

характеристики  $\Delta$ -к скорости,

$$\vec{v}_{abc1} = \vec{u}_1 + \vec{v}$$

$$\vec{v}_{abc2} = \vec{u}_2 + \vec{v}$$



$$T_{min} = \frac{S}{v_{abc1}} + \frac{S}{v_{abc2}}$$

$$= \frac{v_{abc1} \cdot v_{abc2}}{v_{abc1} \cdot v_{abc2}} S \frac{v_{abc1} + v_{abc2}}{v_{abc1} \cdot v_{abc2}}$$



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!

По теореме синусов  $\frac{v}{\sin \beta} = \frac{u}{\sin \alpha} \Rightarrow \sin \beta = \frac{v \sin \alpha}{u}$

$$v \cos \beta = v \cos \alpha + u \cos \beta$$

$$v \cos \beta = 2u \cos \beta - v \cos \alpha - u \cos \beta = u \cos \beta - v \cos \alpha$$

$$T_{\min} = S \cdot \frac{2u \cos \beta}{(v \cos \alpha + u \cos \beta)(u \cos \beta - v \cos \alpha)} = S \cdot \frac{2u \cos \beta}{u^2 \cos^2 \beta - v^2 \cos^2 \alpha}$$

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

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

Тогда экстремума получаем

$$T'(\alpha) = 0$$

$$T'(\alpha) = \frac{2S}{u^2 - v^2} \cdot \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} \cdot (-v^2) \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} = 0$$

$$\sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} \neq 0$$

экстремума возможно в  $\alpha \in \{0^\circ; 90^\circ\}$ .

Для  $\alpha \in (0; 90^\circ)$ :  $T' < 0$ ; ~~тогда экстремума нет~~

$\Rightarrow$  минимум  $\alpha = 90^\circ$

~~$$T_{\min} = S \frac{2 \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - v^2} = S \frac{2u}{u^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 1000}{20^2 - 15^2} = \frac{40000}{25} = 1600 \text{ c}$$~~

Для  $\alpha = 90^\circ$ :  $T = \frac{2S}{\sqrt{u^2 - v^2}} = \frac{2 \cdot 20000}{\sqrt{20^2 - 15^2}} = \frac{40000}{\sqrt{25}} = \frac{8000}{\sqrt{5}} \text{ c}$

$$= \frac{800}{\sqrt{5}} \text{ c}$$

Ответ:  $u = 20 \text{ c}$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;  $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{5}} \text{ c}$ .



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  
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!

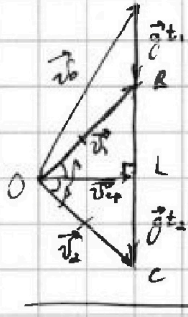
Заменим дорогу идеальным равноускоренно движением  
(силой сопротивления воздуха пренебрежим):  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ .

$\vec{v}$  - скорость в момент времени  $t$  или время движения  
начальное скорость  $\vec{v}_0$ . Если  $\vec{v}_1$  - скорость через  $t_1$ , а

$\vec{v}_2$  - через  $t_2$ , то:  $\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{g}t_1$ ,  $\vec{v}_2 = \vec{v}_0 + \vec{g}t_2$ , а

$\angle(\vec{v}_1, \vec{v}_2) = 90^\circ$ . Найдем соответствующий во времени А-К

скоростей: А



Т.к.  $\triangle OBC - \text{p.s.}$ , то во время точки В.с.

OL - высота. Заметим, что в момент точки

скорость направлена  $\parallel$  направлению скорости  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  Если от скорости  $\vec{v}_{cp}$ , то  $\vec{v}_{cp} = \vec{OL}$ .

$$\vec{v}_{cp} = \vec{OL} = \vec{OB} + \vec{BL} \Rightarrow \vec{v}_{cp} = \vec{OL} \text{ т.к. } \frac{BL}{OL} = \frac{BL}{OL} \Rightarrow v_{cp} = OL = \frac{BL}{g} =$$

$$= \frac{g(t_1+t_2)}{2 \cdot g} = \frac{g \cdot 1,5c}{2 \cdot g} = 0,75c$$

$\vec{v}_{cp} = \vec{v}_0 + \vec{g}T$ . Обратно, что высота  $AL = gT$ , т.к.

T - время полета по высоте, т.к. высота  $\Rightarrow T = \frac{g(t_1+t_2)}{g \cdot 2} =$

$$= \frac{g \cdot 1,5c}{g \cdot 2} = 0,75c$$

Если  $t_2$  - время полета, то  $t_2 = 2T = g(t_1+t_2)$ , т.к.

T - полное время, а  $t_2$  - полное (обратное движение)

Заметим, что в проекции на горизонтальную ось Ox  $g_{x0} =$



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!

a)  $v_x = \text{const}$ .  $v_x = v_{\text{ср}x} = v_{\text{ср}}$   $\Rightarrow L = v_x \cdot t_2 =$   
 $= \frac{g(t_1+t_2)}{2 \cdot g} \cdot (t_1+t_2) = \frac{g(t_1+t_2)^2}{2 \cdot g} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0,5\text{с} + 1,5\text{с})^2}{2 \cdot \frac{g}{\sqrt{2}}} = 20 \text{ м.}$

Радиус кривизны дается  $R = \frac{v^2}{a_n}$ . Будем считать

всему  $a_n = g$ , т.к. касательная к траектории

будет  $\perp$  вектору ускорения свободно падающего  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow R = \frac{v_{\text{ср}}^2}{g} = \frac{g(t_1+t_2)^2}{g \cdot 4 \cdot g} = \frac{g(t_1+t_2)^2}{4 \cdot g} =$   
 $= \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0,5\text{с} + 1,5\text{с})^2}{4 \cdot \frac{g}{\sqrt{2}}} = 10 \text{ м.}$

Ответ:  $T = 1\text{с}$ ;  $L = 20\text{м}$ ;  $R = 10\text{м}$ .

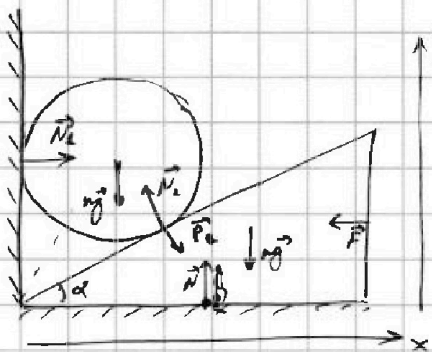
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



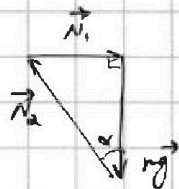
- 1  2  3  4  5  6  7

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!



Т.к. система в покое (до начала движения)  
по II з.к.  $\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{N}_2 = \vec{0}$ . Заделим векторы



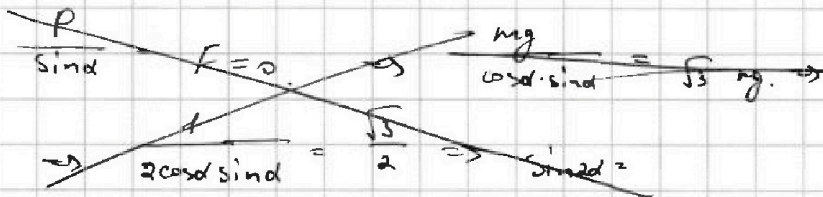
углы между  $\vec{N}_1$  и  $\vec{N}_2$ , содержащими  $m\vec{g}$  и  $\vec{N}_2$ ,

равны  $\alpha$  и  $90^\circ$  соответственно. Следовательно:

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

по II з.к. по направлению кинета:

$$m\vec{g} + \vec{F} + \vec{N} + \vec{P} = \vec{0}. \text{ Спроецируем на } OX:$$



$$P \sin \alpha - F = 0, \quad P \sin \alpha = F.$$

$$P = N_2 \text{ по III з.к.}$$

$$mg \tan \alpha = mg \cdot \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = \arctan(\sqrt{3}) = 60^\circ.$$

Заметим, что если отпустить цилиндр  $F_1, N_1, N_2$  соприкасаются

и будет поворачиваться по часовой стрелке, потому что в этом случае

ситуация не будет меняться, если будет поворачиваться по часовой стрелке:



смысл будет таким же.  $\Rightarrow \frac{P}{m} = g \tan \alpha$

$\Rightarrow$  следовательно цилиндр будет поворачиваться по II з.к.  $\frac{F}{m} = \frac{F}{m} \cdot \sqrt{3}$ .



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.

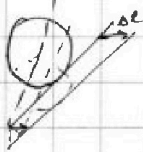
- 1  2  3  4  5  6  7

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!

Для груза или движущего груза на  $\Delta L$ . Тогда

и при движении на  $\Delta L \cdot \sin \alpha \Rightarrow$  ускорение шарика,



вызванное  $a_2 = a \sin \alpha = g \sin^2 \alpha$

Если шариком с горизонтальным ускорением  $g$ .

из формулы  $h = \frac{gt^2}{2}$ ,  $v_{горизонт} = gt$  (из формулы

движения и скорости груза)  $\Rightarrow h = \frac{v_{гор}^2}{2g} \Rightarrow v_{гор} = \sqrt{2gh}$ .

Для шарика, то с заданной скоростью  $\sqrt{2gh}$ .

~~$H = \frac{gt^2}{2}$~~   $H = \frac{g \sin^2 \alpha \cdot t_2^2}{2}$ ,  $v_{гор} = g t_2 \sin \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow H = \frac{v_{гор}^2}{2 \sin^2 \alpha g} = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{215 \text{ м}}{(\frac{1}{\sqrt{3}})^2} = 645 \text{ м}$

Поскольку  $N_1 = \text{const}$ , то воспользуемся вектором  $\Delta L$

$\vec{N}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_2$



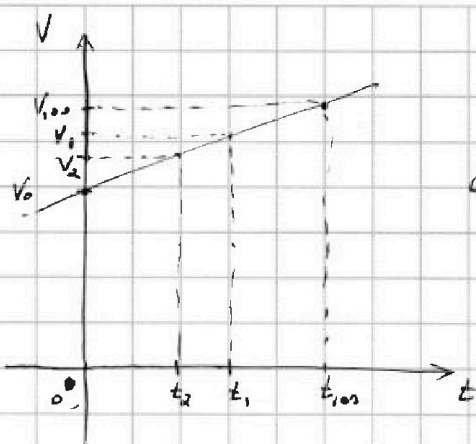


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Найдем прямой коэффициент роста  
зависимости  $k = \frac{V_{100} - V_0}{t_{100} - t_0}$ .

Зависимость  $V(t)$  имеет вид

$$V = kt + b, \text{ где } b - \text{ абсолютный член}$$

$b$ , очевидно, равен  $V_0$ :

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

$$V_0 = \frac{m}{\rho}, \text{ а } V_{100} = \beta V_0 = \rho \frac{m}{\rho} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{(\beta - 1)m}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho} \leftarrow \text{Зависимость найдена}$$

Тогда по формуле из 4.1:  $V_1 = \frac{(\beta - 1)m}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot t_1 + \frac{m}{\rho}$ ;

$$V_2 = \frac{(\beta - 1)m}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot t_2 + \frac{m}{\rho}$$

$$|\Delta V| = V_1 - V_2 = \frac{(\beta - 1)m}{\rho(t_{100} - t_0)} (t_1 - t_2) = \frac{(1,12 - 1) \cdot 0,042}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})} (50^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) =$$

$$= \frac{0,12 \cdot \frac{\text{г}}{50} \cdot 10^\circ\text{C}}{\frac{8}{10 \text{ см}^3} \cdot 100^\circ\text{C}} = \frac{0,12 \cdot \frac{\text{г}}{5} \cdot 10^\circ\text{C}}{\frac{4}{5} \text{ г} \cdot 100^\circ\text{C}} = \frac{0,12 \text{ см}^3}{100}$$

$$= \frac{0,04}{100} \text{ см}^3 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 \text{ мм}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

Когда  $t \uparrow$  с  $t_0$  до  $t_{100}$ ,  $\Delta V$  — изменение объема

изменяется объем на  $\Delta V_0$ , а он зависит от глубины стержня  $S$  и

длины:  $L \Rightarrow |\Delta V_0| = SL$ . Если использовать формулу из

предыдущего пункта, а вместо  $t_1$  и  $t_2$  подставить  $t_0$  и  $t_{100}$ :

$$|\Delta V_0| = \frac{(\beta - 1)m}{\rho(t_{100} - t_0)} (t_{100} - t_0) = \frac{(\beta - 1)m}{\rho} = SL \Rightarrow S = \frac{(\beta - 1)m}{\rho L}$$

$$= \frac{(1,12 - 1) \cdot 0,042}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 100 \text{ см}} = \frac{0,12 \cdot 0,042}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 10 \text{ см}} = \frac{0,12 \cdot 0,042}{8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2 = 0,06 \text{ см}^2$$



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  
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!

Ответ:  $V(t) = \frac{(p-1)m}{p(t_{100}-t_0)} t + \frac{m}{p}$ ;  $|\Delta V| = 9,6 \text{ мм}^3$ ;  $S = 9,06 \text{ мм}^2$ .

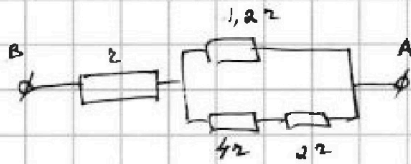


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

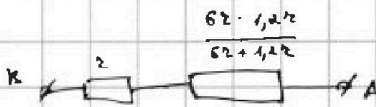
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!

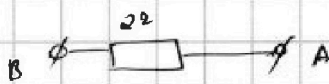


Будем преобразовывать эту схему на эквивалентно цепочку из параллельно соединенных

и параллельного соединены.



$$\Rightarrow R_{\text{экв}} = 2 \Omega = 2.5 \text{ Ом} = 10 \text{ Ом}$$

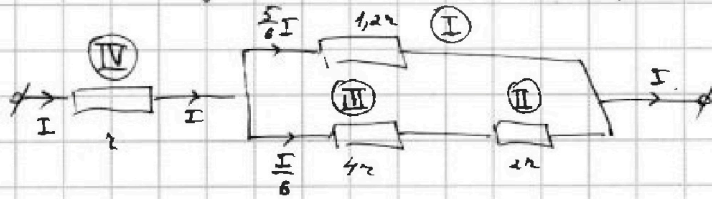


Поскольку это схема с токовым ВЛХ,

применяем формулу  $P = I^2 R_{\text{экв}} = 2 I^2$

$$= 2 \cdot 4^2 \text{ А}^2 \cdot 9.5 \text{ Ом} = 160 \text{ Вт.}$$

Для нахождения остальных  $P_i$ , разставим токи:



Введем на это с помощью 1 правила Кирхгофа

и 3-е Ом для каждого вет.

Применяем формулу по каждому ветви: ( $P_i$  - мощность на  $i$  резисторе)

$$P_1 = 1.2 \cdot \left(\frac{5}{6} I\right)^2 = \frac{5}{6} I^2$$

$$1 > \frac{5}{6} > \frac{1}{3} > \frac{1}{18} \Rightarrow$$

$$P_2 = 4 \cdot \left(\frac{1}{6} I\right)^2 = \frac{1}{9} I^2$$

$\Rightarrow$  на резисторе 2 - наименьшая

$$P_2 = 2 \cdot \left(\frac{1}{6} I\right)^2 = \frac{1}{18} I^2$$

мощность.  $P_{\text{min}} = P_2 = \frac{1}{18} I^2$

$$P_4 = I^2 \cdot 2$$

$$= \frac{1}{18} \cdot 4^2 \text{ А}^2 \cdot 5 \text{ Ом} = \frac{40}{9} \text{ Вт} \approx 4.44 \text{ Вт.}$$

Ответ:  $R_{\text{экв}} = 10 \text{ Ом}$ ;  $P = 160 \text{ Вт}$ ; резистор 2;  $P_{\text{min}} = 4.44 \text{ Вт}$ .



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!

~~Задача~~ \_\_\_\_\_ ~~номер~~ \_\_\_\_\_ ~~страницы~~ \_\_\_\_\_ ~~или~~ \_\_\_\_\_ ~~кратко~~ \_\_\_\_\_ ~~или~~ \_\_\_\_\_ ~~дл.~~ \_\_\_\_\_

~~Задача~~ \_\_\_\_\_ ~~номер~~ \_\_\_\_\_



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!

Handwritten solutions on grid paper, including:

- Top left:** Calculations involving  $400 - 225 = 175$ ,  $80000 / 175$ , and  $48 \cdot 10^{-4} / 8$ .
- Top right:** Vector diagrams and calculations:  $\frac{4000}{\sqrt{125}}$ ,  $\frac{300}{\sqrt{5}}$ ,  $\frac{v}{\sin \alpha} = \frac{u}{\sin \beta}$ ,  $\sin \beta = \frac{v \sin \alpha}{u}$ , and  $v \cos \alpha + u \cos \beta =$ .
- Middle left:**  $\frac{5}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$ ,  $\frac{15+2+1}{18}$ ,  $V_0 = \rho V_0 \rho_{100}$ ,  $\rho_0 = \rho_{100}$ ,  $V_0 = \frac{r}{\rho_0}$ .
- Middle right:** Vector diagrams,  $T = \frac{(v_0 \cos \alpha + u \cos \beta)(u \cos \alpha - v_0 \cos \beta)}{2v \cos \alpha}$ ,  $\frac{v \cos \alpha - v_0 \cos \beta}{2v \cos \alpha}$ ,  $\frac{mg}{\cos \alpha}$ ,  $\frac{mg}{\cos \alpha \cdot \rho_0}$ .
- Bottom left:** Graph of  $V$  vs  $t$  with points  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ . Equations:  $V = \rho \frac{V_0 - V_0}{t_{100} - t_0} t + V_0$ ,  $V = \frac{\rho - 1}{t_{100} - t_0} \cdot \frac{r}{\rho} \cdot t + \frac{r}{\rho}$ .
- Bottom right:** Diagrams of a ball on an inclined plane,  $g_{\text{eff}} = \frac{dL}{dt}$ ,  $dL = g_{\text{eff}} \cdot dt$ .

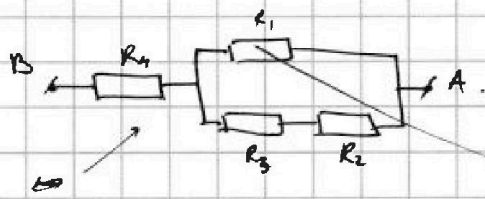


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

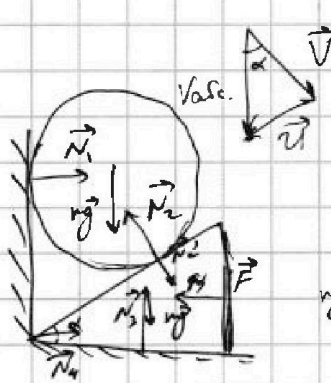


$$R_1 = 1,2\Omega, R_2 = 2\Omega, R_3 = 6\Omega, R_4 = 2\Omega, z = 50\mu\text{m}$$

$$R_2 = R_4 + \frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3} = 2 + \frac{1,2\Omega \cdot (2\Omega + 6\Omega)}{1,2\Omega + 2\Omega + 6\Omega} = 2 + \frac{6,2\Omega^2}{6,2\Omega} = 4\Omega$$

$$= 2 \left( 1 + \frac{6}{6,2} \right) = 2 \left( 1 + \frac{30}{31} \right) = \frac{61}{31} \approx 1,97\Omega$$

400

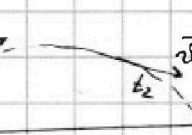
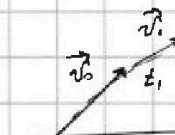


$$\vec{V} + \vec{U} = \vec{V}_{\text{осц}}$$

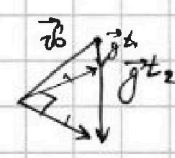
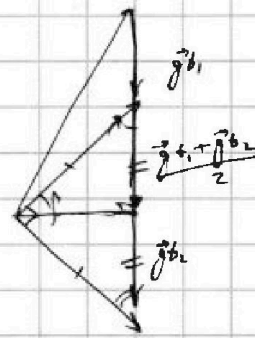
16.

$$\begin{array}{r} 175 \\ + 81 \\ \hline 256 \\ - 28 \\ \hline \end{array}$$

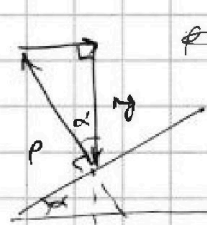
$$\begin{array}{r} 175 \\ + 81 \\ \hline 256 \\ + 17 \\ \hline 273 \\ - 175 \\ \hline 98 \end{array}$$



→ mg gα

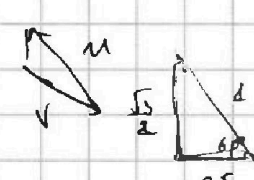
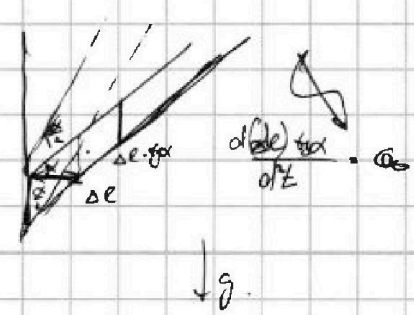
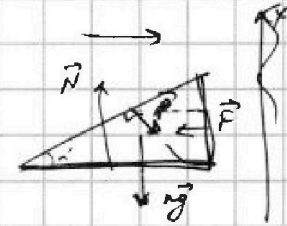


$$v_1 = \frac{g(t_1 + t_2)}{2 \cdot \sqrt{x}} \dots \cos \rho$$



$$\cos \alpha = \frac{P}{mg} \Rightarrow P = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$= \sqrt{v_1^2 + g^2 t_2^2 - 2 \cdot v_1 g t_2 \cdot \cos \rho} + \frac{g^2 (t_1 + t_2)^2}{8} + g^2 t_2^2 - 2 \cdot \frac{g(t_1 + t_2)}{2\sqrt{x}} \cdot g \cdot t_2 \cdot \cos \rho$$



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

$$a = \frac{g}{\cos \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{P}{R_x}$$

$$R_x = \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{mg}{\sin \alpha \cos \alpha} = F$$

$$\frac{mg}{\sin \alpha \cos \alpha} = \sqrt{3} mg$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

α = 30°