



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

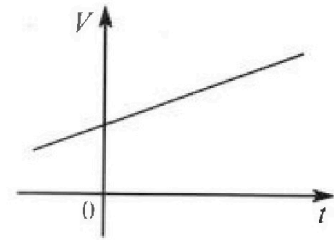


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

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



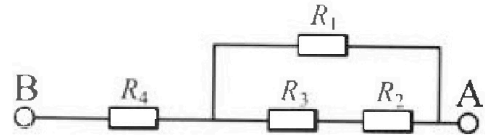
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

2. Найдите убыль  $|\Delta V|$  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>.
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  $R_1 = 1,2r, R_2 = 2r, R_3 = 4r, R_4 = r$ , здесь  $r = 5$  Ом.

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

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



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

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

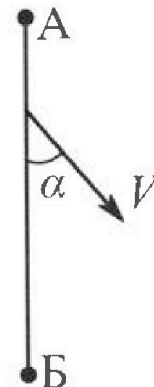


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=2$  км.

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  $A \rightarrow B \rightarrow A$ .

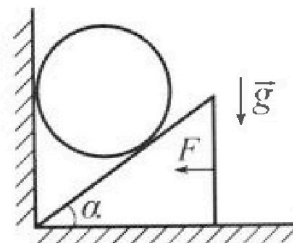


2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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.



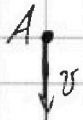
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

I



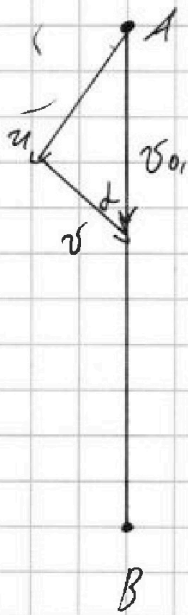
$$S_{A \rightarrow B \rightarrow A} = 2S; \quad v = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \frac{2S}{T_0} = \frac{400 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

S

II. Для того, чтобы самолет летел по AB, его  $v_0$  должна быть сонаправлена с AB.

$$\vec{v}_0 = \vec{u} + \vec{v}$$



$$T_1 = \frac{S}{v_0}$$

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

т. косинусов:

$$u^2 = v^2 + v_0^2 - 2vv_0 \cos \alpha$$

$$v_0^2 - 2v \cos \alpha \cdot v_0 + v^2 - u^2 = 0$$

$$D_1 = v^2 \cos^2 \alpha + u^2 - v^2 =$$

$$= u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)$$

$$v_0 = v \cos \alpha \pm \sqrt{u^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)}$$

$$v_{01} = 15 \cdot 0,6 + \sqrt{400 - 225 \cdot 0,64}$$

$$v_{02} = 15 \cdot 0,6 - \sqrt{400 - 225 \cdot 0,64}$$

~~$v_{01} = 9 + 12 = 21 \frac{\text{м}}{\text{с}}$~~   
 ~~$v_{02} = 9 - 12 = -3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$~~

$$\begin{array}{r} \times 225 \\ \times 64 \\ \hline 900 \\ 1350 \\ \hline 14400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ \times 6 \\ \hline 90 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 400 \\ -144 \\ \hline 256 \end{array}$$



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!

$$\Rightarrow \begin{cases} v_{01} = 9 + \sqrt{256} \\ v_{01} = 9 - \sqrt{256} \end{cases} \Rightarrow v_{01} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$< 0 \Rightarrow$  нест. корень

$v_{01}$  - абс. см.   
 номерка   
  $A \rightarrow B$

$v_{02}$  - абс. см.   
 номерка   
  $B \rightarrow A$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ 16 \\ \hline 256 \end{array}$$

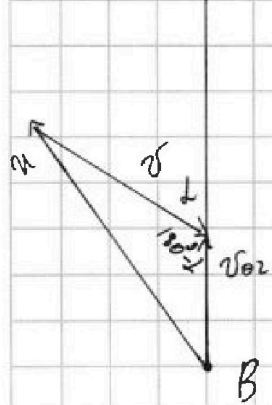
$$T_1 = \frac{S}{v_0} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с}$$

$$\frac{2000}{200} \quad \frac{25}{80}$$

$$t = \frac{t_1 + t_2}{S} + \frac{S}{v_0} \quad (\text{время номерка})$$

$A \rightarrow B \rightarrow A$

обратный путь:



$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$

$$u^2 = v^2 + v_{02}^2 + 2v v_{02} \cos \alpha$$

$$v_{02}^2 + 2v \cos \alpha \cdot v_{02} + v^2 - u^2 = 0$$

$$D_1 = v^2 \cos^2 \alpha - v^2 + u^2 =$$

$$= u^2 + v^2 (\cos^2 \alpha - 1) = u^2 - v^2 (1 - \cos^2 \alpha)$$

$$v_{02} = -v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 (1 - \cos^2 \alpha)}$$

$$v_{02} = -v \cos \alpha - \sqrt{\dots} \quad < 0 \Rightarrow \text{нест. корень}$$

$$t = \frac{S}{v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 (1 - \cos^2 \alpha)}} + \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 (1 - \cos^2 \alpha)} - v \cos \alpha}$$

Неравенство Коши:

$$t \geq 2 \sqrt{\frac{S^2}{u^2 - v^2 (1 - \cos^2 \alpha)} - v^2 \cos^2 \alpha}$$

$t \rightarrow \text{мин} \Rightarrow$  равенство

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 7

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!

$$T_{\min} = 2 \sqrt{\frac{S^2}{v^2 - v^2(1 - \cos^2 \alpha)} - v^2 \cos^2 \alpha} = 2 \sqrt{\frac{S^2}{2v^2 - v^2}}$$

$$T_{\min} = 2 \sqrt{\frac{(2000)^2 \text{ м}^2}{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 225 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}} = 2 \sqrt{\frac{2^3 \cdot 10^6 \text{ м}^2}{175 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}}$$

$$= 2 \cdot 2 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{1}{175}} \text{ с} = \frac{4 \cdot 10^3}{\sqrt{25 \cdot 7}} \text{ с}$$

$$= \frac{4 \cdot 10^3}{5 \cdot \sqrt{7}} \text{ с} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^2}{\sqrt{7}} \text{ с} = \frac{8 \cdot 10^2}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

В неравенстве Коши равенство достигается, когда 2 слагаемых равны:

$$(\sqrt{a} + \sqrt{b})^2 \geq 0$$

$$a + b \geq 2\sqrt{ab}$$

Удобно считать,  
=> преобразуем 2  
слагаемых в  
формуле &

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

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

$$2 \cos \alpha = 0 \Rightarrow \boxed{\alpha = 90^\circ}$$

Ответ:  $v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $T_1 = 800 \text{ с}$ ;  $\alpha_{\text{кр}} = 90^\circ$ ;

$$T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с} = \frac{25}{\sqrt{25 - 225}}$$



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 7

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!

На предыдущих 2-х страницах, я  
с помощью векторов  $\vec{AB}$  и  $\vec{BA}$   
решил задачу, нашел абсолютные  
скорости самолета  $v_0$  и  $v_{02}$  для  
путей  $A \rightarrow B$  и  $B \rightarrow A$  соответственно.

Далее я решил ~~эту~~ формулу  
полного времени полета:

$t = \frac{S}{v_0} + \frac{S}{v_{02}}$ . Записав неравен-  
ство Коши и нашел  $t_{\min}$ . Тогда,  
зная, что равенство достигается  
при равенстве массам,  
нашел при каком  $t \rightarrow \min$ .

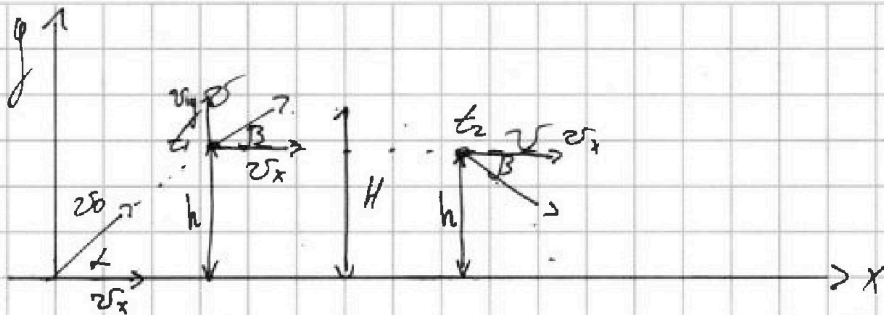


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

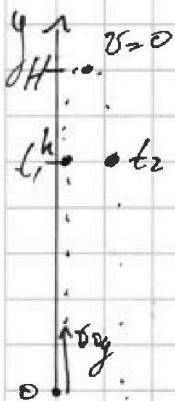


т.к. скорости одинаковы  $\Rightarrow \exists C \Rightarrow$

$\Rightarrow$  на одной высоте. Введем все

обратимое время броска,  $\beta$  - угол вектора  $\vec{v}$  с горизонталью.

Рассмотрим движение по вертикали:



$$h = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \quad | \cdot \frac{2}{g}$$

$$t^2 - \frac{2v_{0y}}{g}t + \frac{2h}{g} = 0$$

Теорема Виета:

$$t_1 + t_2 = \frac{2v_{0y}}{g} \Rightarrow \boxed{v_{0y} = \frac{t_1 + t_2}{2} g} =$$

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

2.

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 5 \text{ м}$$

~~.....~~

$$v_{iy} = v_{0y} - gt_1 \quad \} \Rightarrow$$

$$\tan \beta = \frac{v_{iy}}{v_x} \Rightarrow v_x = v_{iy}$$



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!

$$\Rightarrow v_x = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2} t = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad T^2 - \text{время всего полёта}$$

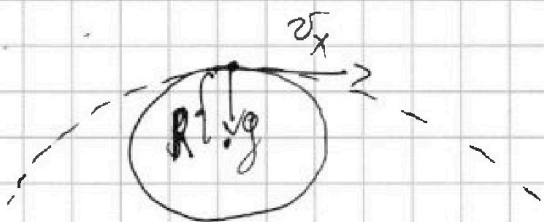
$$L = v_x \cdot T^2 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{с} = 10 \text{м}$$

$$0 = v_{0y} T^2 - \frac{g T^2}{2} \Rightarrow T^2 = \frac{2 v_{0y}}{g} = \frac{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 2 \text{с}$$

3. Вследствие обратимости:

$$T = \frac{T^2}{2} = 1 \text{с} \quad (\text{время полёта до вершины})$$

3.



$$a_n = g = \frac{v_x^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{v_x^2}{g}$$

$$= \frac{25 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 2,5 \text{м}$$

$$R = 2,5 \text{м}$$

Ответ: 1)  $T = 1 \text{с}$ ; 2)  $L = 10 \text{м}$ ; 3)  $R = 2,5 \text{м}$



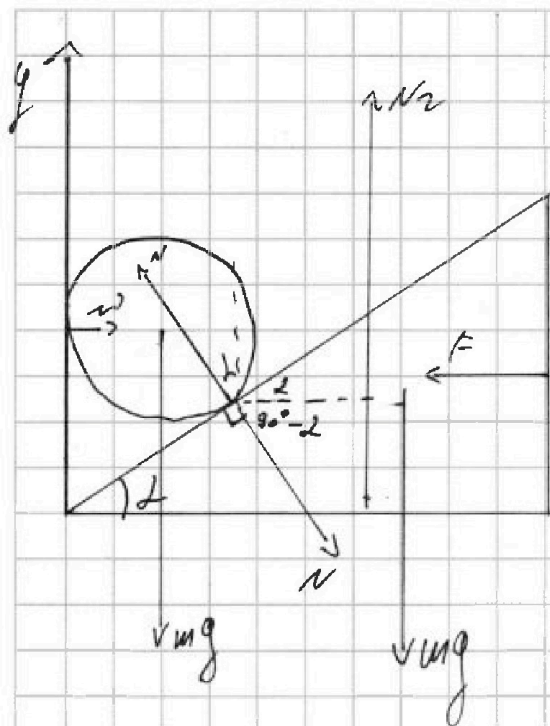
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



1. 2 3 Н для колеса на x:

$$N \sin \alpha = F$$

2 3 Н для шара на y:

$$\begin{cases} mg = N \cos \alpha \\ N F = N \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

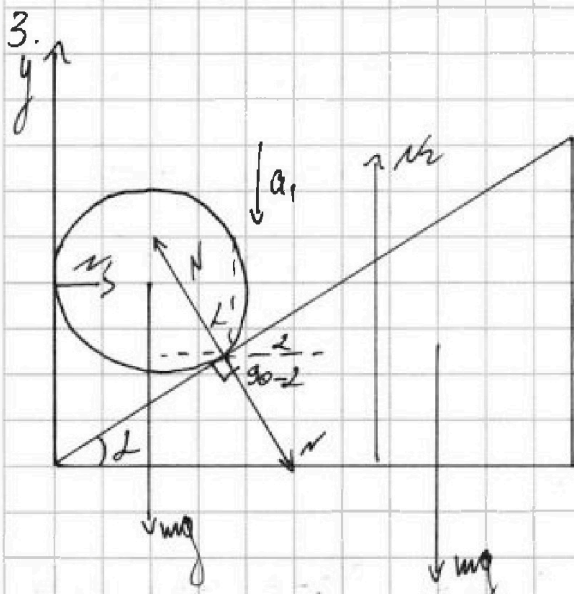
$$\frac{F}{mg} = \tan \alpha$$

$$\alpha = \arctan \frac{F}{mg}$$

$$\alpha = \arctan \sqrt{3} = 60^\circ$$

~~2 3 Н для шара на x:~~

~~2 3 Н для шара на y:~~



2 3 Н на x и y для колеса и шара:

$$N \sin \alpha = m a_2 \quad (1)$$

$$mg - N \cos \alpha = m a_1 \quad (2)$$

$\rightarrow a_2$

Для того, чтобы найти неизвестные для ускорений, возьмем здесь методом Лагранжа перемещения:

2 3 Н для шара на x:

$$N_1 = N \sin \alpha \quad (4)$$

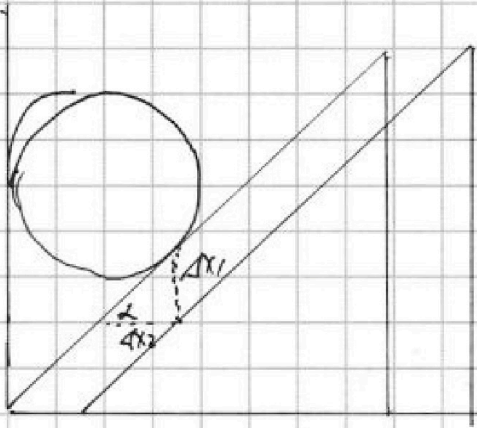


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1 \times 1}{4 \times 2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha_2$$

$$a_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot a_2 \quad (3)$$

Решим систему

$$\begin{cases} N \sin \alpha = m a_2 \\ mg - N \cos \alpha = m a_1 \\ a_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot a_2 \\ v_1 = v \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} N \sin \alpha = m a_2 \\ mg - N \cos \alpha = m \operatorname{tg} \alpha \cdot a_2 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$v_1 = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$\Leftrightarrow \frac{mg - N \cos \alpha}{N \sin \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{mg}{N \sin \alpha} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\frac{mg}{N \sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} =$$

$$N = mg \cos \alpha$$

4. Чтобы найти максимум, возведем выражение в квадрат и приравняем к нулю:

$$(\sin \alpha \cdot \cos \alpha)^2 = 0$$

$$\sin \alpha \cdot (-\sin \alpha) + \cos^2 \alpha = 0$$

$$\sin^2 \alpha = \cos^2 \alpha$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$5. v_{\max} = 0,4 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 2 \text{ м/с}$$

~~Ответ: 1)  $\alpha = \arctg \sqrt{3} = 60^\circ$ ; 2)  $v_{\max} = 2 \text{ м/с}$ ; 3)  $v_{\max} = 2 \text{ м/с}$~~

~~4)  $\alpha = 45^\circ$ ; 5)  $v_{\max} = 2 \text{ м/с}$~~

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.



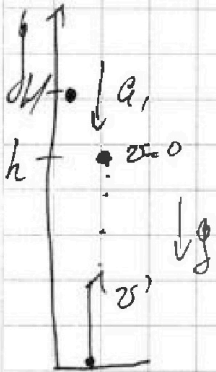
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

Задача 2.

Тригонометрические без вращений:



$$\begin{cases} H = \frac{g h^2}{2a_1} \\ h = \frac{2h}{2g} \end{cases} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{g}{a_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \frac{g}{a_1} \cdot h$$

Из тригонометрии найдем  $a_1$ :

$$\begin{cases} mg \cos \alpha \sin \alpha = m \frac{a_1}{\cos \alpha} \Rightarrow a_1 = \frac{mg \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = g \cdot \sin^2 \alpha \\ mg - mg \cos^2 \alpha = m a_1 \end{cases}$$

$$H = \frac{g}{g \cdot \sin^2 \alpha} \cdot h = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{4h}{3}$$

3. (найдем ранее)

$$\left. \begin{aligned} N_1 &= mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha \\ \text{при } \alpha &= 60^\circ: \end{aligned} \right\} N_1 = 4H \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} H$$

Ответ:  $\alpha = 60^\circ$ ;  $H = \frac{4}{3} h$ ;  $N_1 = mg \cos \alpha \sin \alpha = \sqrt{3} H$

$\alpha_{кр} = 45^\circ$ ;  $N_{max} = 2H$



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!

$$1. V(t) = v_0 + \kappa t$$

$$\kappa = \frac{v_{100} - v_0}{t_{100} - t_0} = \frac{v_0 (\beta - 1)}{t_{100} - t_0}$$

$$V(t) = v_0 + v_0 \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t = v_0 \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t \right) =$$

$$v_0 = \frac{m}{\rho}$$

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

$$2. \Delta V = v(t_{50}) - v(t_0) = \frac{m}{\rho} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t_{50} - 1 - \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t_0 \right) =$$

$$= \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_{50} - t_0)$$

$$\Delta V = \frac{0,042}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \frac{0,12}{10 \text{ нс}} \cdot 10 \text{ нс} =$$

$$= \frac{0,04}{0,8} \text{ см}^3 \cdot 0,012 = \frac{1}{20} \text{ см}^3 \cdot 0,012 =$$

$$= \left( \frac{10}{20} \cdot 1,2 \right) \text{ нсм}^3 = 0,6 \text{ нсм}^3$$

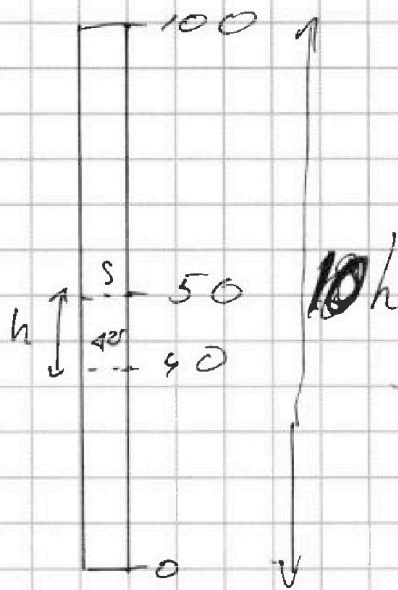


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$h$  - высота одного  
поперечного сечения

$$10h = l$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= h \cdot S \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{h} = \\ &= \frac{10 \cdot \Delta V}{l} = \frac{10 \cdot 0,6 \text{ мм}^3}{100 \text{ мм}} = \\ &= 0,06 \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

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

$$2) \Delta V = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot (t_{50} - t_{10}) = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$3) S = 0,06 \text{ мм}^2$$

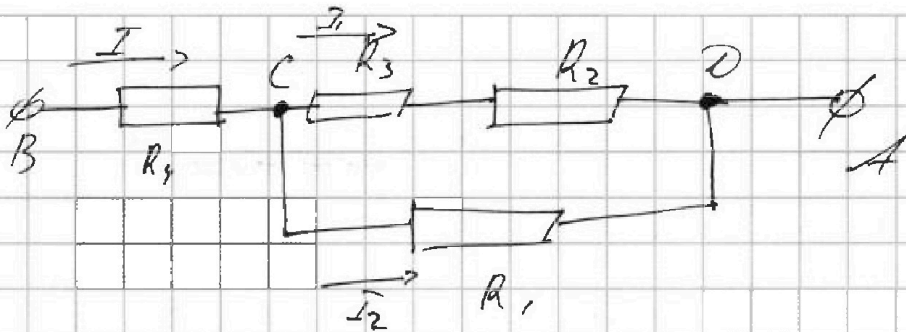


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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



1.

$$R_{CD} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

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

$$= r + \frac{12k(2r + 4r)}{(12 + 2 + 4)k} = r \left( 1 + \frac{12 \cdot 6}{7,2} \right) = 2r = 10 \text{ Ом}$$

2. Мощность на всей цепи:

$$\left. \begin{aligned} P &= UI \\ U &= IR \end{aligned} \right\} \Rightarrow P = I^2 R_{экв} = 16 \text{ A}^2 \cdot 10 \text{ Ом} =$$

$$= 160 \text{ Вт}$$

3. Найдём токи  $I_1$  и  $I_2$ .

$$\left\{ \begin{aligned} U_{CD} &= I_1(R_3 + R_2) = I_2 \cdot R_1 \\ I &= I_1 + I_2 \quad (\text{1-ое ур. Кирхгофа}) \Rightarrow I_2 = I - I_1 \end{aligned} \right.$$

$$I_1(R_3 + R_2) = (I - I_1)R_1$$

$$\frac{R_3 + R_2}{R_1} = \frac{I}{I_1} - 1 \Rightarrow \frac{I}{I_1} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1} \Rightarrow I_1 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$I_1 = 4 \text{ A} \cdot \frac{12k}{12k + 2k + 4k} = 4 \text{ A} \cdot \frac{1,2}{7,2} = \frac{2}{3} \text{ A}$$



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!

$$I_2 = I - I_1 = 4 \text{ A} - \frac{2}{3} \text{ A} = 3\frac{1}{3} \text{ A} = \frac{10}{3} \text{ A}$$

Поскольку мощность на каждом резисторе, и ~~на каждом резисторе~~ найдем ~~мощность~~.

$$P_4 = I^2 \cdot R_4 = 16 \text{ A}^2 \cdot 5 \text{ Ом} = \overset{80}{\cancel{160}} \text{ Вт}$$

$$P_1 = I_2^2 \cdot R_1 = \frac{100}{9} \text{ A}^2 \cdot 1,2 \cdot 5 \text{ Ом} = \frac{600}{9} \text{ Вт} =$$

$$P_2 = I_1^2 \cdot R_2 = \frac{4}{9} \text{ A}^2 \cdot \overset{10}{6} \text{ Ом} = \frac{40}{9} \text{ Вт} = \frac{200}{9} \text{ Вт} = \cancel{22,2} \text{ Вт} = 4\frac{4}{9} \text{ Вт}$$

$$\begin{matrix} R_3 > R_2 \\ I_3 = I_2 \end{matrix} \Rightarrow P_2 < P_3$$

$$P_{\text{мин}} = P_2 = 4\frac{4}{9} \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ; 2)  $P = 160 \text{ Вт}$ ;

3) На входе;  $P_2 = P_{\text{мин}} = \frac{40}{9} \text{ Вт} \approx 4,4 \text{ Вт}$



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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

