



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

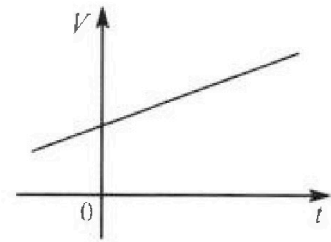


*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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



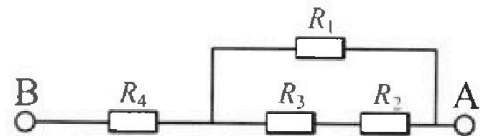
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

2. Найдите убыль  $|dV|$  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>.
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

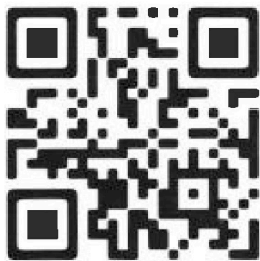
5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов  $R_1 = 1,2r, R_2 = 2r, R_3 = 4r, R_4 = r$ , здесь  $r = 5$  Ом.

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.

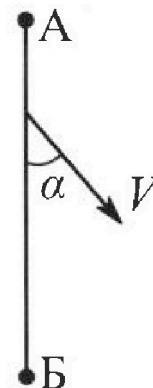


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=2$  км.

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  $A \rightarrow B \rightarrow A$ .



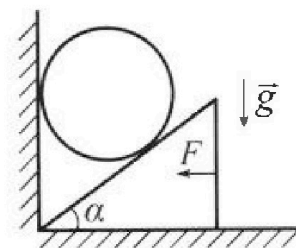
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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.



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!

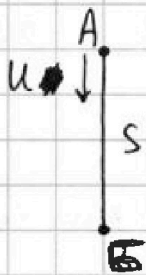
Дано:  $T_0 = 200 \text{ с}$ ;  $S = 2 \text{ км}$ ;  $V = 15 \text{ м/с}$ ;  $\sin \alpha = 0,8$ .

$\alpha_1$  — значение угла  $\alpha$ , при котором продолжительность полёта минимальная.

$U = ?$   
 $T_{\alpha} = ?$   
 $\alpha_1 = ?$

$T_{\min} = ?$

1



$$T_0 = \frac{2S}{u}$$

$$u = \frac{2S}{T_0} = 0,02 \text{ км/с} = 20 \text{ м/с}$$

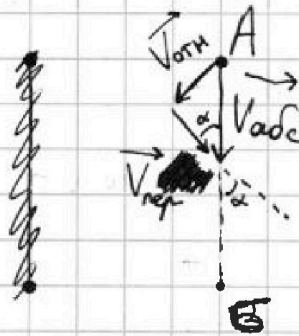
$V_{\text{абс}} -$  абсолютная скорость бесшум. апп. в случае  $A \rightarrow B$ .

$$\vec{V}_{\text{пер}} = \vec{V}$$

$$\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{u}$$

$$\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_{\text{пер}} + \vec{V}_{\text{отн}}$$

2



Th. cos для треугольника скоростей:

$$V_{\text{отн}}^2 = V_{\text{пер}}^2 + V_{\text{абс}}^2 - 2 \cdot \cos \alpha \cdot V_{\text{пер}} \cdot V_{\text{абс}}$$

$$u^2 = V^2 + V_{\text{абс}}^2 - 2 \cdot \cos \alpha \cdot V \cdot V_{\text{абс}}$$

$$V_{\text{абс}}^2 - 2 \cdot \cos \alpha \cdot V \cdot V_{\text{абс}} + (V^2 - u^2) = 0$$

$$D = 4 \cdot \cos^2 \alpha \cdot V^2 - 4 \cdot (V^2 - u^2)$$

$$V_{\text{абс}1} = \frac{2 \cdot \cos \alpha \cdot V + \sqrt{4 \cos^2 \alpha \cdot V^2 - 4(V^2 - u^2)}}{2} = \frac{2 \cdot \cos \alpha \cdot V + \sqrt{D}}{2}$$

$$V_{\text{абс}2} = \frac{2 \cdot \cos \alpha \cdot V - \sqrt{4 \cos^2 \alpha \cdot V^2 - 4(V^2 - u^2)}}{2} = \frac{18 - 32}{2} = -7 \text{ м/с} < 0$$

~~$$V_{\text{абс}} = \frac{2 \cdot \cos \alpha \cdot V + \sqrt{4 \cos^2 \alpha \cdot V^2 - 4(V^2 - u^2)}}{2} = 25 \text{ м/с}$$~~

$\times \frac{36}{324}$





1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

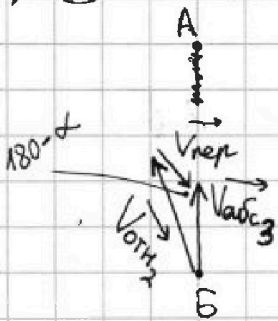
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$V_{абс} = \frac{2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{4 \cos^2 \alpha V^2 - 4(V^2 - u^2)}}{2}$$

$$T_1 = \frac{S}{V_{абс}} = \frac{2S}{2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{4 \cos^2 \alpha V^2 - 4(V^2 - u^2)}} = \frac{4000}{25} = 160 \text{ с}$$

③

$V_{абс3}$  - абсолютная скорость бесп. лет. апп. в случае  $B \rightarrow A$ .  
 $T_2$  - продолжительность полёта  $B \rightarrow A$ .



$$V_{отн2} = u_2 \quad V_{отн2} = u$$

Th.  $\cos \alpha$  для треугольника скоростей:

$$V_{отн2}^2 = V_{пер}^2 + V_{абс3}^2 - 2 \cdot V_{пер} \cdot V_{абс3} \cdot (-\cos \alpha)$$

$$u^2 = V^2 + V_{абс3}^2 + 2 \cdot \cos \alpha \cdot V \cdot V_{абс3}$$

$$V_{абс3}^2 + 2 \cos \alpha \cdot V \cdot V_{абс3} + (V^2 - u^2) = 0$$

$$D = 4 \cos^2 \alpha V^2 - 4(V^2 - u^2)$$

$$V_{абс3} = \frac{-2 \cos \alpha V + \sqrt{D}}{2}, \text{ т.к. } \frac{-2 \cos \alpha V - \sqrt{D}}{2} < 0$$

$$T_2 = \frac{S}{V_{абс3}} = \frac{S}{\frac{-2 \cos \alpha V + \sqrt{4 \cos^2 \alpha V^2 - 4(V^2 - u^2)}}{2}}$$

$V_{пер}$  - <sup>нужная</sup> средняя скорость бесп. лет. апп.

$$V_{пер} = \frac{V_{абс} + V_{абс3}}{2} = \frac{2S}{T_1 + T_2} = \frac{2S}{\frac{S}{V_{абс}} + \frac{S}{V_{абс3}}} = \frac{2 V_{абс} \cdot V_{абс3}}{V_{абс} + V_{абс3}}$$

$T_{сум}$  - суммарное время (A-B-A)

$$T_{сум} = T_1 + T_2 \rightarrow \text{min}$$



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  
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!

$$T_{\text{сум}} = \frac{2S}{2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{D}} + \frac{2S}{-2V \cdot \cos \alpha + \sqrt{D}} = 2S \left( \frac{-2V \cos \alpha + \sqrt{D} + 2V \cos \alpha + \sqrt{D}}{D - 4V^2 \cos^2 \alpha} \right) =$$

$$= 2S \left( \frac{2 \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - u^2)}}{-4(V^2 - u^2)} \right) = \frac{2S \left( \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - u^2)} \right)}{4(u^2 - V^2)}$$

при  $\cos \alpha_1 = \min$ ,  $T_{\text{сум}} = \min$

$$\Downarrow$$

$$\cos \alpha_1 = 0 \Rightarrow \boxed{\alpha_1 = 90^\circ}$$

$$T_{\min} = 2S \left( \frac{2 \sqrt{0 + 4(u^2 - V^2)}}{4(u^2 - V^2)} \right) = \frac{8S}{4 \sqrt{u^2 - V^2}} = \frac{2S}{\sqrt{u^2 - V^2}} =$$

$$= \frac{4000}{\sqrt{175}} \text{ c}$$

Ответ:  $u = \frac{2S}{T_0} = 20 \text{ м/с}$ ;  $T_1 = \frac{2S}{2V \cos \alpha + \sqrt{4 \cos^2 \alpha V^2 - 4(V^2 - u^2)}}$

$= 160 \text{ c}$ ;  $\alpha_1 = 90^\circ$ ;  $T_{\min} = \frac{2S}{\sqrt{u^2 - V^2}} = \frac{4000}{\sqrt{175}} \text{ c}$ .



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.

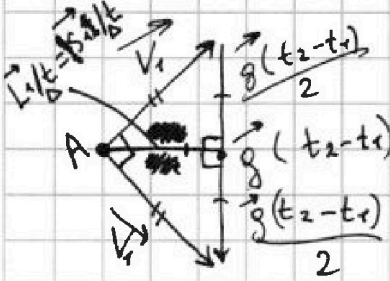
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

Дано:  $t_1 = 0,5c$ ;  $t_2 = 1,5c$ ;  $2\beta = 90^\circ$ ;  $g = 10 \text{ м/с}^2$

$L = ?$



$\Delta t = (t_2 - t_1)$

$L = ?$

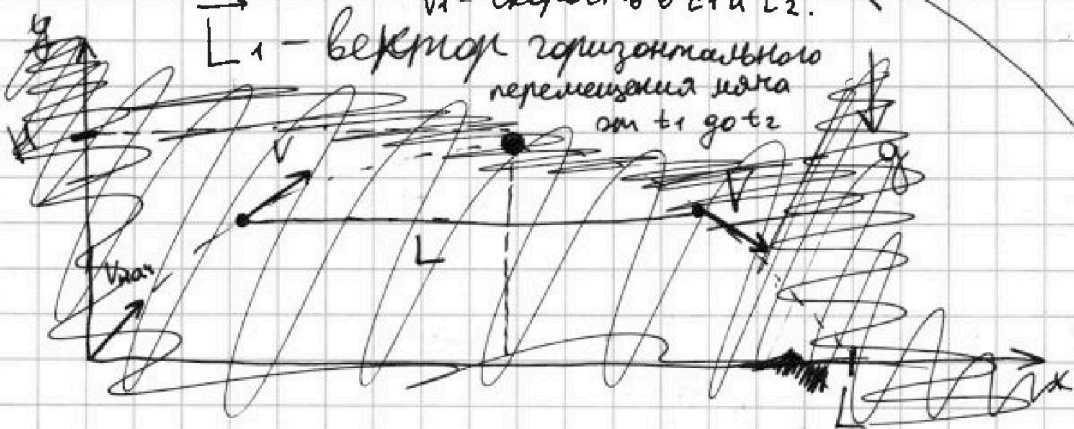
$R = ?$

~~вектор~~  
~~направление движения от t1 до t2~~

$\vec{s}_1$  - вектор перемещения мяча от  $t_1$  до  $t_2$ .

$\vec{v}_1$  - скорость в  $t_1$  и  $t_2$ .

$L_1$  - вектор горизонтального перемещения мяча от  $t_1$  до  $t_2$



П.к. прямоугольн ~~ик~~ скоростей и перемещений равнобедренный, высота от вершины A ( $\vec{s}/\Delta t$ ) совпадает с медианой из вершины A ( $\vec{L}/\Delta t$ ).

↪ мяч от  $t_1$  до  $t_2$  не совершит вертикального перемещения

~~П.к. гипотенуза:  $\Delta s / \Delta t = v^2$~~

$L_1 / \Delta t = \frac{g \Delta t}{2}$  (медиана прямоугольного треугольника равна половине стороны)

~~$L_1 / \Delta t = v$~~

$v_0$  - начальная скорость мяча.



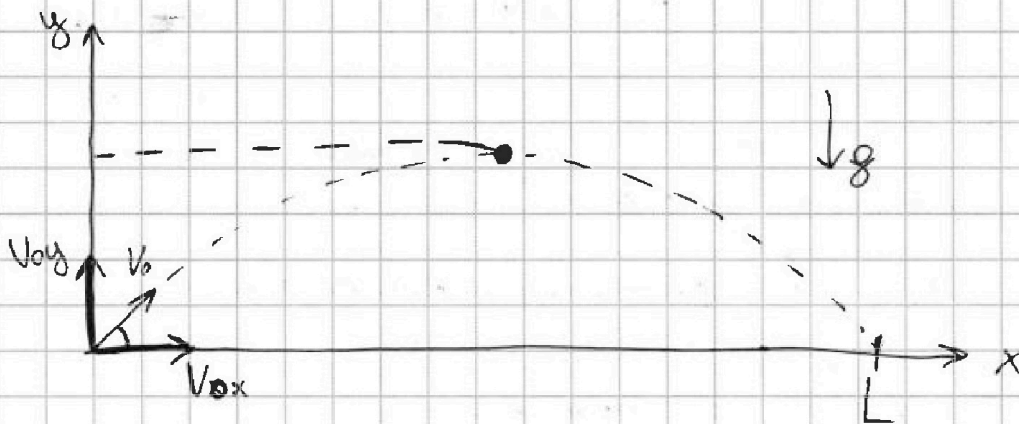


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$v_{0x}(t) = v_{0x} \quad x(t) = v_{0x} \cdot t$$

$$v_{0y}(t) = v_{0y} - gt \quad y(t) = v_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$L = \Delta x = v_{0x} \Delta t \quad (\text{т.к. } v_x \text{ не меняется})$$

$$v_{0x} = \frac{g \Delta t}{2} = \frac{g(t_2 - t_1)}{2}$$

$$v_{1y} = v_y(t_1) = v_{0y} - g t_1 = \cancel{v_{0y} - g t_1} \quad |v_y(t_1)| = -v_{0y} + g t_2$$

$$2 \cdot v_{0y} = g(t_2 + t_1) \quad v_{0y} = \frac{g(t_2 + t_1)}{2}$$

$$v_y(T) = 0 = v_{0y} - gT$$

$$T = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{(t_2 + t_1)}{2} = t_0$$

$T_{\text{пол}} - \text{продолжительность всего полёта.}$

$$\cancel{v_{0y} - gT} \quad T_{\text{пол}} = 2T$$

$$x(T_{\text{пол}}) = L = v_{0x} \cdot T_{\text{пол}} = 2v_{0x} \cdot T = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} \cdot 2 \cdot \frac{(t_2 + t_1)}{2} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2} = 10 \text{ м}$$





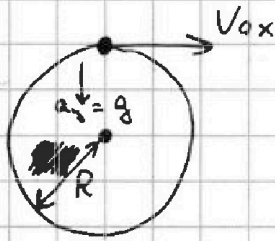
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

3



$$a_y = \frac{v_{0x}^2}{R} = g$$

$$R = \frac{v_{0x}^2}{g} = \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{4 \cdot g} = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4} = 2,5 \text{ м}$$

Ответ:  $T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ с}$ ;  $L = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2} = 10 \text{ м}$ ;  $R = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4} = 2,5 \text{ м}$



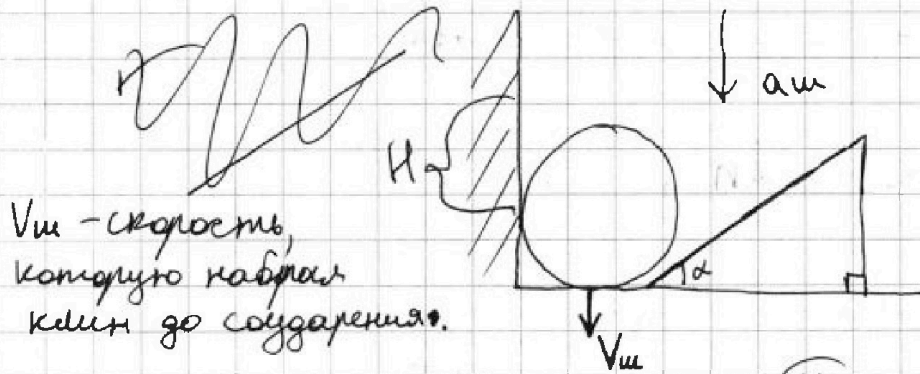
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

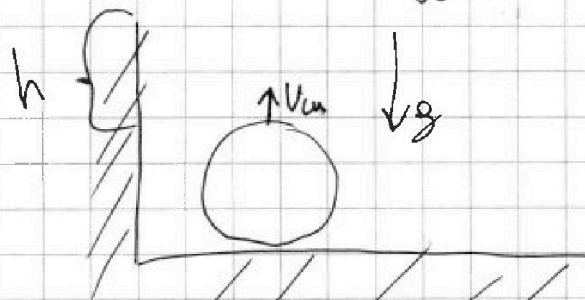
$$a_k = \frac{g \cdot \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \quad a_m = a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{g \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$$



$$H = \frac{V_m^2 - 0^2}{2 a_m} = \frac{V_m^2}{2 a_m}$$

После соударения.

$$h = \frac{0^2 - V_m^2}{-2g} = \frac{V_m^2}{2g}$$



$$V_m^2 = 2hg$$

$$H = \frac{V_m^2}{2a_m} = \frac{2hg}{2a_m} = \frac{hg}{\frac{g \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{h \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)}{\operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{0,15 \cdot 4}{3} \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

Ответ:  $\alpha = \arccos\left(\frac{1}{2}\right) = 60^\circ$ ;  $N_1 = mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \sqrt{3}H$ ;  $\alpha_1 = 45^\circ$ ;

$$N_{\max} = \frac{1}{2} \cdot mg = 2H.$$





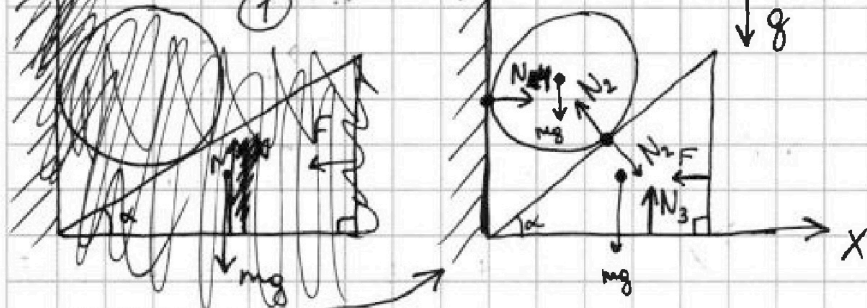
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Дана:  $m = 0,4 \text{ кг}$ ;  $g = 10 \text{ м/с}^2$ ;  $F = \sqrt{3}mg$ ;  
 $h = 0,15 \text{ м}$ .



$\alpha = ?$

$H = ?$

$N_1 = ?$

$\alpha = ?$

$N_{\text{max}}$

$\alpha_1$  - значение  $\alpha$ , при котором  $N_1$  максимально по величине.

2 3.Н. для шарика:  $\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{mg} = \vec{0}$

на ось y:  $-mg + N_2 \cos \alpha = 0$

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

2 3.Н. для клина:  $\vec{N}_2 + \vec{N}_3 + \vec{mg} + \vec{F} = \vec{0}$

на ось x:  $N_2 \cdot \sin \alpha - F = 0$

$$mg \cdot \tan \alpha = F = \sqrt{3}mg$$

$$\tan \alpha = \sqrt{3}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{\tan^2 \alpha + 1}} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{1}{2}\right) = 60^\circ$$

$A_m$  - ускорение шара.

$A_k$  - ускорение клина.

До снятия F:

$N_1$  - сила реакции опоры стенки.

$N_2$  - сила реакции опоры клина.

$N_3$  - сила реакции опоры горизонтальной поверхности.

После снятия F:

$N_1$  - сила реакции опоры стенки.

$N_5$  - сила реакции опоры клина.

$N_6$  - сила реакции опоры горизонтальной поверхности.



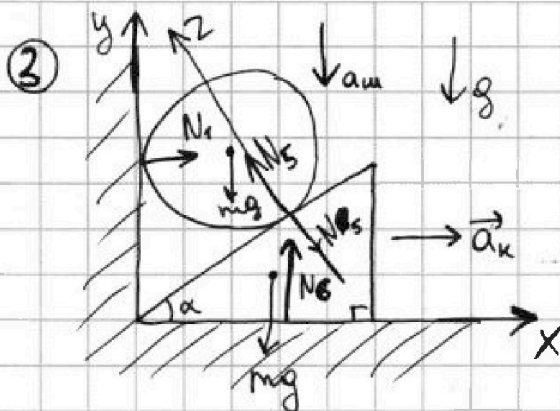


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



2 З.Н. для шарика:

$$\vec{N}_1 + \vec{mg} + \vec{N}_2 = \vec{m} \vec{a}_{\text{ш}} = \vec{0}$$

На ось x:  $N_1 \cdot \sin \alpha + N_2 \cdot \sin \alpha = 0$

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

Условие равновесия:  $a_{\text{ш}z} = a_{\text{к}z}$

$$a_{\text{ш}} \cdot \cos \alpha = a_{\text{к}} \cdot \sin \alpha$$

$$a_{\text{ш}} = a_{\text{к}} \cdot \tan \alpha$$

На ось y:

$$-mg + N_2 \cdot \cos \alpha = -m a_{\text{ш}}$$

$$N_2 = \frac{m(g - a_{\text{ш}})}{\cos \alpha}$$

2 З.Н. для клина:

$$\vec{N}_3 + \vec{N}_2 + \vec{mg} = \vec{m} \vec{a}_{\text{к}}$$

на ось x:  $N_2 \cdot \sin \alpha = m a_{\text{к}}$

$$N_2 = \frac{m \cdot a_{\text{к}}}{\sin \alpha} = \frac{m(g - a_{\text{ш}}) \cdot \tan \alpha}{\cos \alpha}$$

$$N_2 = \frac{m(g - a_{\text{к}} \cdot \tan \alpha)}{\cos \alpha} = \frac{m \cdot a_{\text{к}}}{\sin \alpha}$$

$$N_2 = \frac{m \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot g}{\sin \alpha (1 + \tan^2 \alpha)} = \frac{mg}{\cos \alpha (1 + \tan^2 \alpha)} = mg \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{a_{\text{к}}}{\tan \alpha} = g - a_{\text{к}} \tan \alpha$$

$$a_{\text{к}} = \frac{g \tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}$$

$$N_1 = \sin \alpha \cdot N_2 = mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot mg = \sqrt{3} H$$

$$N_1 = \frac{\sin 2\alpha}{2} \cdot mg$$

$$N_{\text{ш max}} = \frac{\sin 2\alpha}{2} \cdot mg \Rightarrow \sin 2\alpha = \text{max} \Rightarrow \sin 2\alpha = 1$$

$$2\alpha = 90^\circ$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$N_{\text{ш max}} = \frac{1}{2} \cdot mg = 2H$$



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

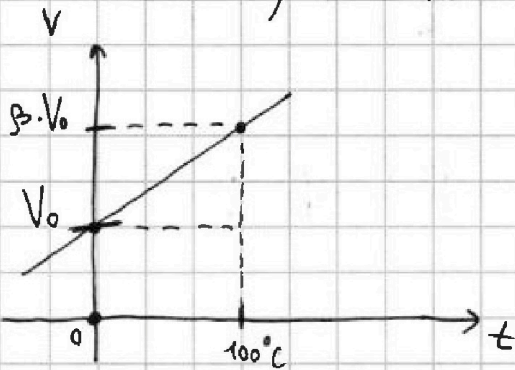
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!

Дано:

$$t_0 = 0^\circ\text{C}; t_{100} = 100^\circ\text{C}; L = 100\text{мм}; m = 0,042; \beta = 1,12; \rho = 0,82/\text{см}^3;$$

$$t_1 = 50^\circ\text{C}; t_2 = 40^\circ\text{C}.$$



$V_0$  - объём ширта при  $t_0 = 0^\circ$ .  $V(t) = ?$

$V_0 = \frac{m}{\rho}$   
 $\Delta V_{\text{на } \Delta t} = \text{изменение объёма и температуры.}$   
 $K$  и  $b$  - коэффициенты уравнения прямой.

$$V_0 = K \cdot t + b$$

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

$$K = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\beta V_0 - V_0}{t_{100} - t_0} = \frac{V_0(\beta - 1)}{t_{100} - t_0} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$$

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

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

$$\rho = 0,82/\text{см}^3 = 0,00082/\text{мм}^3$$

$$= \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,0008 \cdot 100} \cdot 10 = \frac{4 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-2}} = 6 \cdot 10^{-2} = 0,06 \text{ мм}^3$$

$$\Delta V_1 = V(t_{100}) - V(t_0) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot (t_{100} - t_0) =$$

$$= \frac{m(\beta - 1)}{\rho} = S \cdot L$$

$$S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot L} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,0008 \cdot 100} \text{ мм}^2 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2 = 0,06 \text{ мм}^2$$

Ответ:  $V(t) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot t + \frac{m}{\rho}$ ;  $\Delta V = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} \cdot (t_1 - t_2) = 0,6 \text{ мм}^3$ ;

$$S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho \cdot L} = 0,06 \text{ мм}^2.$$



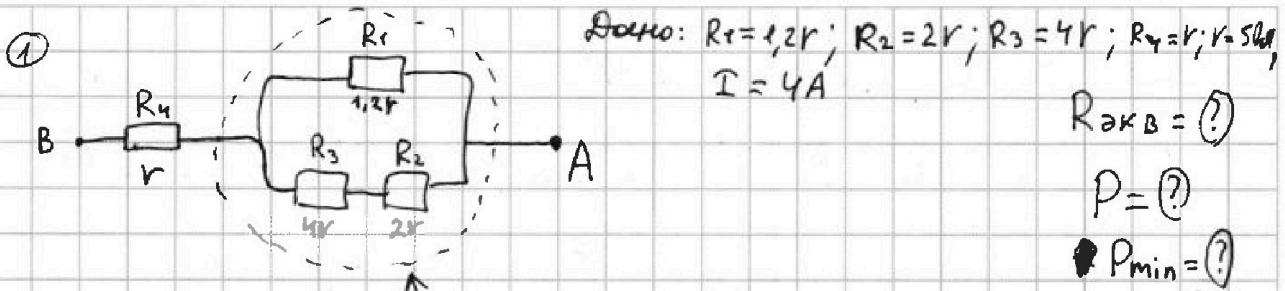


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



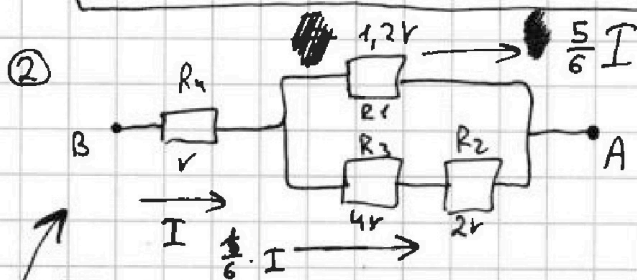
Параллельное соединение ~~резисторов~~  $R_{эKB2}$ :

$$\frac{1}{R_{эKB2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} = \frac{1}{\frac{6}{5}r} + \frac{1}{6r} = \frac{6}{6r} = \frac{1}{r}$$

$$R_{эKB2} = r$$

Последовательное соединение:

$$R_{эKB} = R_{эKB2} + R_4 = r + r = 2r = 10 \text{ Ом.}$$



$$P = I \cdot U = I \cdot (I \cdot R_{эKB}) = I^2 \cdot 2r = 160 \text{ Вт.}$$

Расставим токи в параллельных ветвях обратно пропорционально сопротивлению резисторов и по ЗСЗ (закону сохранения заряда).

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \left(\frac{5}{6}I\right)^2 \cdot \frac{6}{5}r = \frac{5}{6}I^2 r$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \left(\frac{I}{6}\right)^2 \cdot 2r = \frac{1}{18}I^2 r$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_3 = I_3^2 \cdot R_3 = \left(\frac{I}{6}\right)^2 \cdot 4r = \frac{1}{9}I^2 r$$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

$$P_4 = I_4 \cdot U_4 = I_4^2 \cdot R_4 = I^2 \cdot r$$

$$P_4 < P_3 < P_1 < P_2 \Rightarrow P_{\min} = P_4 = \frac{1}{18} \cdot I^2 \cdot r = \frac{80}{18} \text{ Вт} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

$$= \frac{40}{9} \text{ Вт} = 4,(\underline{4}) \text{ Вт} = 4,44 \text{ Вт}$$

$$\begin{array}{r} 40 \overline{) 9} \\ 36 \overline{) 44} \\ \underline{40} \phantom{0} \\ 36 \\ \underline{36} \\ 4 \end{array}$$

Ответ:  $R_{\text{экв}} = 2r = 10 \text{ Ом}; P = 2I^2r = 160 \text{ Вт};$

~~$P_{\min} = \frac{1}{18} \cdot I^2 \cdot r = \frac{40}{9} \text{ Вт} = 4,44 \text{ Вт}.$~~