



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

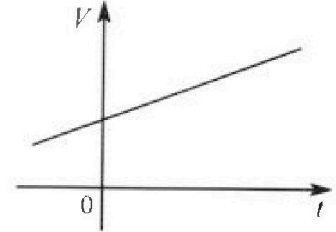
Вариант 09-01

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.

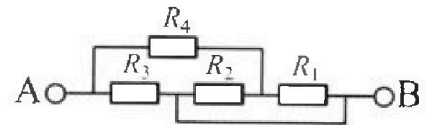
Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем ртути в $\beta = 1,018$ раза больше 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/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.



1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
2. Найдите приращение ΔV 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 мм³.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

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 $R_{\text{ЭКВ}}$ 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.

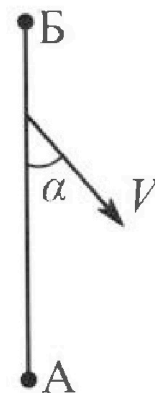
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 16$ м/с под углом α 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 α 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/с².

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/с².

1. Найдите горизонтальную силу F , которой систему удерживают в покое.

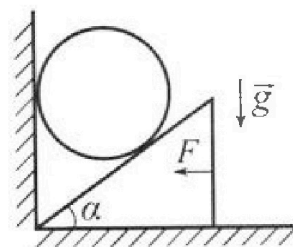
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H=0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

2. Найдите перемещение h шара после соударения до первой остановки.

3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.

4. При каком значении угла α ускорение клина максимальное?

5. Найдите максимальное ускорение a_{MAX} клина.





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.

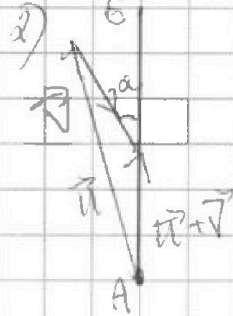
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

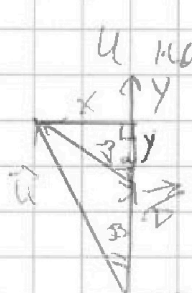
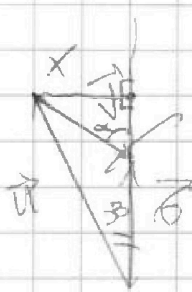
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} T_0 &= 400 \text{ с} \\ S &= 9,6 \text{ км} \\ \sin \alpha &= 0,16 \\ V &= 164 \text{ км/ч} \end{aligned}$$

1)
$$u = \frac{S}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \frac{96}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 28 \text{ м/с}$$



2) $A \rightarrow B$
Скорость лодки относительно земли $\vec{u} + \vec{V} = \vec{v}$
но зная $\vec{u} + \vec{V} = \vec{v}$
должно быть \vec{v} направлено по AB
найдем угол α



u направлено под углом β к AB
 \perp к AB \perp к AB
 \perp к AB
Обе оси $OY \parallel AB$
 $u \perp AB$

заменим единицу измерения \vec{u} и \vec{V} на оси

$$OY: v = \cos \beta u - \cos \alpha V$$

$$OX: 0 = \sin \beta u - \sin \alpha V \Rightarrow \sin \beta = \frac{V}{u} \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{164 \text{ км/ч}}{28 \text{ м/с}} \cdot 0,16 = \frac{2,6}{3,105} = 0,4$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,84}$$

$$\Rightarrow v = \frac{1}{0,84} \cdot \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,16} = \sqrt{0,84} = 0,91$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{0,84} \cdot 28 \text{ м/с} = 0,91 \cdot 164 \text{ км/ч}$$

$$T_1 = \frac{S}{v} = \frac{9600}{0,91 \cdot 164} \text{ с} = \frac{1200}{\sqrt{0,84} - 1,6} \text{ с}$$



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
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!

3) Из $AB\bar{B}$

$$T_{AB} = \frac{S}{v_{AB}}$$

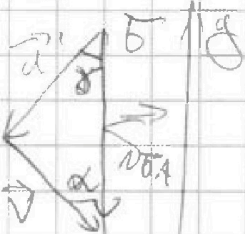
$$v_{AB} = \cos \beta u - \cos \alpha v$$

поэтому $\sin \beta = \frac{v}{u} \sin \alpha$ $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} =$

$$= \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2} \sin^2 \alpha} \quad v_{AB} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2} \sin^2 \alpha} u - \cos \alpha v$$

Из $B\bar{B}A$

угол между \vec{u} и $\vec{AB} = \delta$



$\odot x: 0 = -\sin \delta u + \sin \alpha v$

$\odot y: v_{BA} = \cos \delta u + \cos \alpha v$

$$\sin \delta = \frac{v}{u} \sin \alpha$$

$$\cos \delta = \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2} \sin^2 \alpha} = \cos \beta$$

$$\Rightarrow \delta = \beta$$

$$v_{BA} = \cos \beta u + \cos \alpha v$$

$$T_{BA} = \frac{S}{v_{BA}} \quad T - \text{общее время } A \rightarrow B \rightarrow A$$

$$T = T_{AB} + T_{BA} = S \left(\frac{1}{\cos \beta u - \cos \alpha v} + \frac{1}{\cos \beta u + \cos \alpha v} \right)$$

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

$$\Rightarrow T = \frac{2 u S \cos \beta}{(u^2 - v^2 \sin^2 \alpha) - (1 - \sin^2 \alpha) v^2} = \frac{2 u S \cos \beta}{u^2 - v^2}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2 u S}{u^2 - v^2} \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{u^2} \sin^2 \alpha} = \frac{2 S}{u^2 - v^2} \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}$$



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!

Из $T(\sin \alpha)$ видно, что если $\sin \alpha = \text{min}$, то $T = \text{max}$
 $\text{min} \sin \alpha$ это 0 ($\alpha = 0^\circ$) или ($\alpha = 180^\circ$)

$$g) \Rightarrow T_{\text{max}} = \frac{2S}{u^2 - v^2} \sqrt{u^2 - v^2 \cdot \cos^2 \alpha} = \frac{2S u}{u^2 - v^2}$$

$$T_{\text{max}} = \frac{2 \cdot 9600 \text{ м} \cdot 28 \text{ ч/с}}{(28 \text{ ч/с} - 16 \text{ ч/с})(28 \text{ ч/с} + 16 \text{ ч/с})} = \frac{2 \cdot 9600 \cdot 28}{8 \cdot 44} \text{ с}$$

$$T_{\text{max}} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 960}{4 \cdot 2} = 3 \cdot 480 = 1440 \text{ с.}$$

Ответ: $u = 28 \text{ ч/с}$ 3) $\alpha = 0^\circ$ и $\alpha = 180^\circ$

$$2) T_1 = \frac{1200}{350,84 - 1,6} \text{ с}$$

$$4) T_{\text{max}} = 1440 \text{ с.}$$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

решим систему уравнений и найдём α

$$\begin{cases} g^2(x_1^2 - x_2^2) = g^2 \cdot 2 \cos \alpha \cdot x_1(x_1 - x_2) \\ \cos \alpha \cdot g = \frac{g \sin \alpha - g x_1}{2 \cos \alpha} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} g(x_1 + x_2) = 2 \cos \alpha \cdot x_1 \cdot \cos \alpha \\ 1 + \cos \alpha = x_1 \cos \alpha - \frac{g x_1}{2 \cos \alpha} \end{cases} \begin{cases} 2 \cos \alpha = \frac{g(x_1 + x_2)}{2 \sin \alpha} \\ \cos \alpha + \frac{g x_1}{2 \cos \alpha} = \frac{g x_1}{g(x_1 + x_2)} \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \cos \alpha - 2 \cos \alpha = \frac{x_1}{x_1 + x_2} \cdot 2 \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{\cos \alpha \cdot 3}{1 - \frac{2x_1}{x_1 + x_2}} = \frac{\cos \alpha \cdot 3}{1 - \frac{2 \cdot 16}{16 + 20}} = \frac{\cancel{\cos \alpha} \cdot 3}{\frac{1}{3}} = \cancel{\cos \alpha} \cdot 9$$

$$\Rightarrow \alpha = 60^\circ \quad \cos \alpha = \frac{\sin \alpha}{2 \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} \quad (1 - \sin^2 \alpha) \cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha$$

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

$$\frac{\sin^2 \alpha}{1 + \cos^2 \alpha} = \frac{3\sqrt{3}}{5 + 2\sqrt{3}} = \frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{28}}$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{g(x_1 + x_2)}{2 \cdot \frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{28} \cdot \sqrt{16}}} = \frac{g(x_1 + x_2)}{3 \cdot \sqrt{16}} = \frac{g(x_1 + x_2)}{3 \cdot 4}$$

Возьмём произвольные перпендикулярные оси Ox и Oy

$$S_x = \cos \alpha \cdot t$$

$$S_y = \sin \alpha \cdot t + \frac{g t^2}{2}$$



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
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!

$$R = \frac{v_0^2 - 2v_0 \sin \alpha \cdot g \cdot t_1 + g^2 t_1^2}{(\cos(90^\circ - \alpha)) \cdot g}$$

$$R = \frac{g^2 (t_1 + t_2)^2 \cdot \frac{7}{2g} - g^2 (t_1 + t_2) t_1 + g^2 t_1^2}{g \cos(90^\circ - \alpha)}$$

$$R = \frac{(t_1 + t_2)^2 \cdot \frac{7}{2} - (t_1 + t_2) t_1 + t_1^2}{\cos(90^\circ - \alpha)} \cdot g = \frac{(3)^2 \cdot \frac{7}{2} - 3 \cdot (1 + 1) + 1}{\cos 60^\circ} \cdot 10$$

$$= \frac{3^2 - 3 + 1}{\frac{1}{2}} \cdot 10 \text{ м} = 100 \text{ м}$$

Ответ: $T = 3 \text{ с}$; $r_1 = \frac{45}{4} \text{ м}$; $R = 100 \text{ м}$



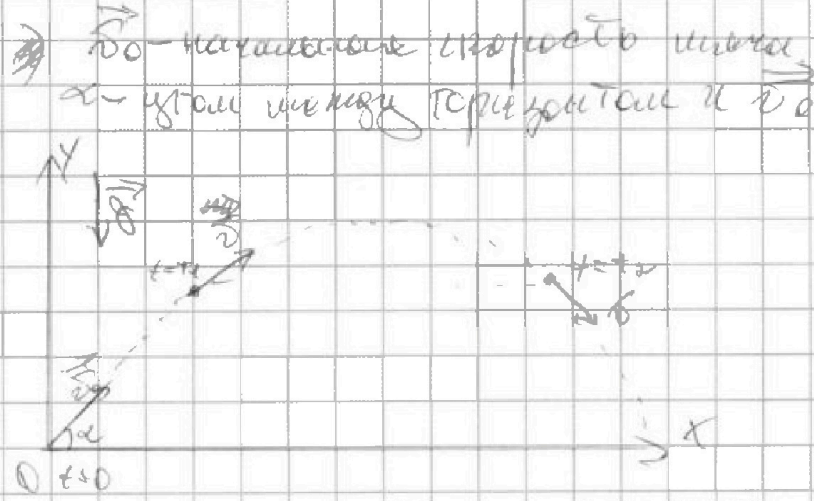
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 6

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
 $t_1 = 1\text{c}$
 $t_2 = 2\text{c}$
 $2\beta = 60^\circ$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\beta = 30^\circ$



Запишем проекции скорости на ось x и y

$$Ox: v_x = v_0 \cos \alpha$$

тогда модуль скорости $v(t)$

$$Oy: v_y = v_0 \sin \alpha - g t$$

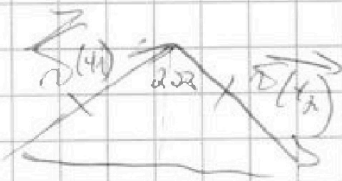
$$v(t)^2 = v_x^2 + v_y^2$$

$$v(t)^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha - 2 v_0 \sin \alpha g t + g^2 t^2$$

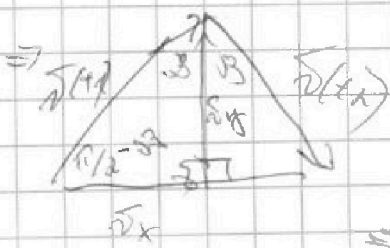
$$v(t)^2 = v_0^2 - 2 v_0 \sin \alpha g t + g^2 t^2$$

$$v(t_1) = v(t_2) \Rightarrow g^2 t_1^2 - 2 v_0 \sin \alpha g t_1 = g^2 t_2^2 - 2 v_0 \sin \alpha g t_2$$

Фактор скорости за t_1 и t_2 одинаковые на проекции



Треугольник между $v(t_1)$ и $v(t_2)$ равнобедренный; проведем высоту и получим равнобедренный треугольник и медиану-высоту



Высота это v_y
 половина основания v_x

$$\Rightarrow \cot \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \sin \alpha - g t}{v_0 \cos \alpha}$$



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 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!

При максимуме $S_f = 0$

$$\Rightarrow \sqrt{2} g \sin 2\alpha - \frac{2T^2}{2} = 0$$

$$T = 0 \quad \frac{T}{2} = \sqrt{2} g \sin \alpha \Rightarrow T = \frac{2\sqrt{2} g \sin \alpha}{2}$$

$$T = \frac{2 \cdot 9(1+1)}{2} = \frac{\sqrt{2} \cdot 3\sqrt{2}}{2 \cdot 2} T = \frac{9(1+1)}{2} = 1+1 = 3C$$

2) $H_{max} \Rightarrow S_v - \text{max}$

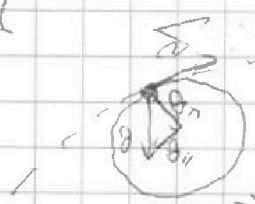
$S_v(t)$ — параболы с ветвями вниз \Rightarrow

$$t_0 = -\frac{\sqrt{2} g \sin \alpha}{-g} \quad S_{vB} = H_{max} = \frac{\sqrt{2} g \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g}{2} \frac{\sqrt{2} g \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$H_{max} = \frac{\sqrt{2} g \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{9(1+1)^2}{2g} = \frac{9(1+1)^2}{2} = \frac{10 \cdot 2 \cdot (1+3C)^2}{2}$$

$$= \frac{90}{2} \text{ м} = \frac{45}{1} \text{ м}$$

3) Найти R



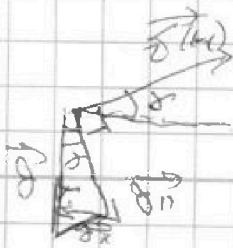
интерпретируем по тригонометрии формулы приписываем радиусу R

для этого найдем \vec{g} на составляющие:

$$\vec{g}_n + \vec{g}_{||} = \vec{g}$$

$$\vec{g}_n \perp \vec{v}(t)$$

$$\vec{g}_n = \frac{\vec{v}(t)}{R} \quad \left| \vec{g}_n = \frac{\vec{v}(t)}{R} \right|$$



угол $\vec{v}(t)$ с горизонталью $(90^\circ - \alpha) = \alpha$

угол между \vec{g} и \vec{g}_n тоже α

$$\vec{g}_n = \frac{g \cos(90^\circ - \alpha)}{R} = \frac{g \sin \alpha}{R}$$

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.

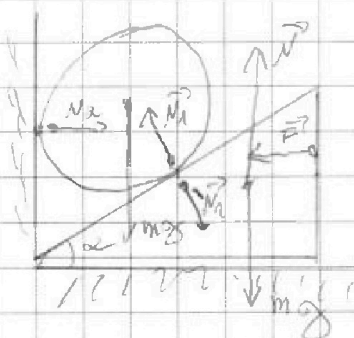


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

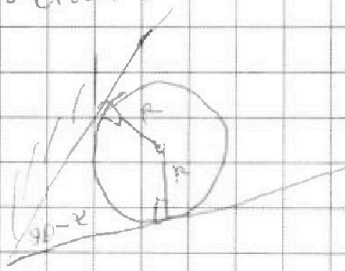
$\alpha = 30^\circ$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $H = 0,8 \text{ м}$



$F = ?$
 шар однородный
 \Rightarrow mg в центре тяжести

Разобьем силы действующие на шар и шарик
 на шарик: сила T , сила тяжести mg , сила реакции опоры горизонтальной стены, сила реакции шара.
 на шар: сила тяжести mg , сила реакции с вертикальной стены N_2 и с наклонной плоскостью N_1 .

по 3-му закону Ньютона сила N_1 равна силе реакции шара на шарик по модулю и направлена по противоположно.



Шар висит в углу между вертикальной стеной и наклонной поверхностью шарика \Rightarrow шарик действует на шар N_1 и N_2 проходит через центр шара. Угол наклона 30° и высота шара $0,8 \text{ м}$.

Запишем 3-и закон Ньютона для шара и шарика

$$\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + m\vec{g} = \vec{0} \quad \text{шар}$$

$$-\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F} + \vec{N} = \vec{0} \quad \text{шарик}$$

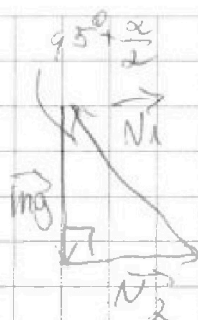
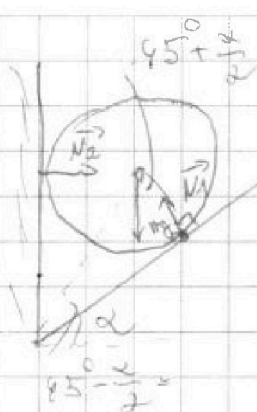


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 8

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!



$$\sin\left(95^\circ + \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

" " " " " " " "

$$60^\circ$$

$$\cos\left(95^\circ + \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{mg}{N_1} = \frac{1}{2}$$

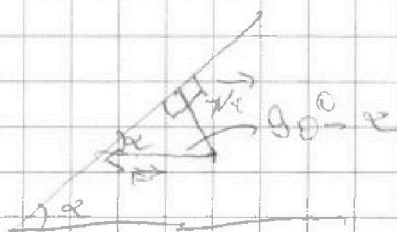
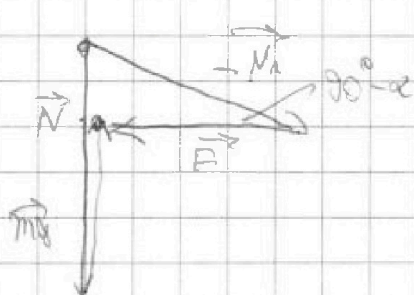
" " " " " " " "

$$60^\circ$$

$$\Rightarrow N_1 = 2mg$$

$$\frac{N_2}{2mg} = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \boxed{N_2 = mg\sqrt{3}}$$

или



$$\cos\left(90^\circ - \alpha\right) = \frac{F}{N_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{F}{2mg} = \frac{1}{2}$$

" " " " " " " "

$$60^\circ$$

$$F = mg$$

$$\Rightarrow F = 100 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 10 \text{ кН}$$

а) шар находится на высоте $H \Rightarrow$ его энергия потенциальная в начале $E_0 = mgH$.

Виде абсолютно упругого удара его энергия осталась при нем и шар полетел вверх в тот момент, когда еще его кинетическая энергия равна 0. \Rightarrow Он поднялся на ту же высоту $H = H = h = 0,8 \text{ м}$.



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

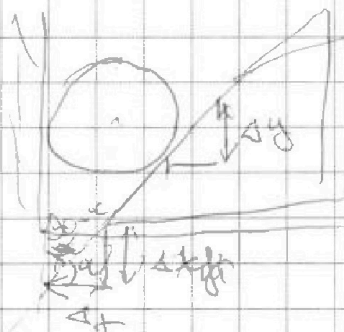
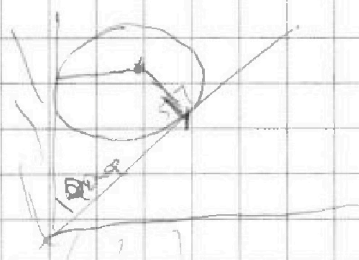
СТРАНИЦА
3 ИЗ 6

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) клин едет с ускорением \vec{a} влево

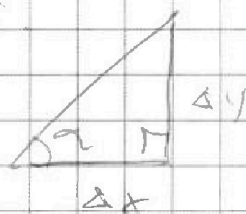
II з-н. Ньютона: $m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g} \neq \vec{N}_x$

шар едет с ускорением $\vec{a}_{ш}$ вниз: $m\vec{a}_{ш} = \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + m\vec{g}$



Будет заст

Клин движется на Δx найдём на сколько ушёл шар Δy . Проводим вертикальную линию и параллельную поверхности до пересечения под углом $(90^\circ - \alpha)$ образуется прямоугольный треугольник перемены



$$\Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow \Delta x = \sqrt{3} \Delta y$$

$$a = \frac{\Delta x}{\Delta t^2} \quad a_{ш} = \frac{\Delta y}{\Delta t^2}$$

$$\frac{a}{a_{ш}} = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{1 \cdot \sqrt{3}}{1} = \sqrt{3} \Rightarrow a = \sqrt{3} a_{ш} = \text{tg } \alpha a_{ш}$$

$$a_{ш} = \text{tg } \alpha a$$



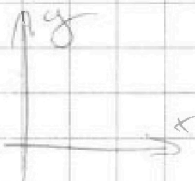
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

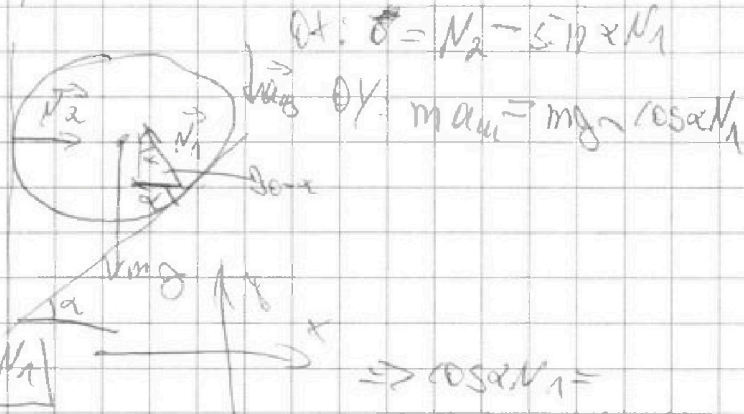
СТРАНИЦА
из

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!

Золотим $\Pi \rightarrow \Sigma$ в проекции на ось Ox и Oy



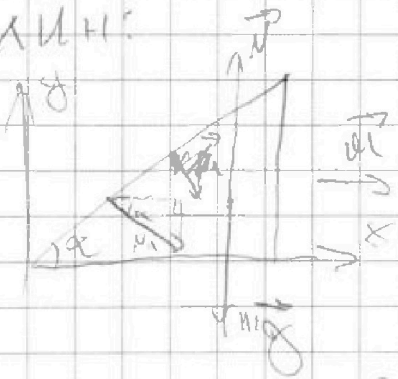
шар:



$m + g \alpha \cdot a = m g - \cos \alpha N_1$

$\Rightarrow \cos \alpha N_1 = m g - m g \alpha a$

плиты:



$Ox: m a = \cos \alpha N_1$

$\Rightarrow m a = m g - m \cdot g \alpha - a$

$a(1 + g \alpha) = g$

$a = \frac{g}{1 + g \alpha} = \frac{10 \frac{1}{2} \frac{m}{s^2}}{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{10\sqrt{3}}{1 + \sqrt{3}} \frac{m}{s^2}$

4) α - вертикаль
ускорение плиты максимальное

$m g + g \alpha - m \cdot a \Rightarrow g \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0^\circ$
 $\alpha = 180^\circ$

$\sin \alpha \rightarrow 0 \quad \cos \alpha \rightarrow 1$ при очень маленьком

5) тогда ускорение плиты. $a_{max} \rightarrow g$

ответ: 1) $F = 10 \text{ Н}$ 2) $r = 0,8 \text{ м}$

3) $a = \frac{10\sqrt{3}}{1 + \sqrt{3}} \frac{m}{s^2}$ 4) $\alpha \rightarrow 0^\circ$ 5) $a_{max} \rightarrow g$



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!

3) Диаметр термометра - цилиндр

$$\Rightarrow \Delta V = S \cdot L \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L}$$

$$S = \frac{\frac{63}{380} \text{ мм}^3}{50 \text{ мм}} = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$$

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

2) $\Delta V = \frac{63}{380} \text{ мм}^3$ 3) $S = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$



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!

$$\begin{aligned}
 t_1 &= 35^\circ\text{C} & t_{100} &= 100^\circ\text{C} \\
 t_2 &= 82^\circ\text{C} & t_0 &= 0^\circ\text{C} \\
 L &= 5 \text{ см} & \beta &= 1,018 \\
 m &= 2 \text{ г} & S &= 13,6 \text{ см}^3
 \end{aligned}$$

$$V(t) = ?$$

1) Объем ртути при $t_0 = V_0$

$$\text{Тогда } V(t_{100}) = \beta \cdot V_0$$

\Rightarrow изменение объема ртути ΔV_1 при изменении температуры ртути на $\Delta t_1 = 100 - t_0$

$$\Delta V_1 = \beta V_0 - V_0 = V_0(\beta - 1)$$

Заданная $V(t)$ по формуле - линейная \Rightarrow

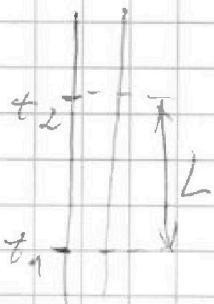
$$V(t) = V_0 + k \cdot t \quad k - \text{коэффициент пропорциональности}$$

$$k = \frac{\Delta V_1}{\Delta t_1} = \frac{V_0(\beta - 1)}{100 - t_0} \Rightarrow V(t) = V_0 \left(1 + \frac{\beta - 1}{100 - t_0} t \right)$$

или еще

$$V_0 = \frac{m}{S} \Rightarrow V(t) = \frac{m}{S} \left(1 + \frac{\beta - 1}{100 - t_0} t \right)$$

2)



$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1)$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{m}{S} \left(1 + \frac{\beta - 1}{100 - t_0} t_2 \right) - \frac{m}{S} \left(1 + \frac{\beta - 1}{100 - t_0} t_1 \right) =$$

$$= \frac{m}{S} \cdot \frac{\beta - 1}{100 - t_0} (t_2 - t_1)$$

$$\Delta V = \frac{2 \text{ г}}{13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \frac{1,018 - 1}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}} (82^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}) = \frac{2 \cdot 0,018}{13,6 \cdot 100} \cdot 47 \text{ см}^3 =$$

$$= \frac{2 \cdot 0,018}{13,6 \cdot 100} \cdot 47 \cdot 1000 \text{ мм}^3 = \frac{2 \cdot 1,8}{136} \cdot 47 \text{ мм}^3 = \frac{1,8}{68} \cdot 47 = \frac{18 \cdot 7}{68 \cdot 10 \cdot 68} \text{ мм}^3 =$$

$$= \frac{9 \cdot 7}{34 \cdot 10} = \frac{63}{340} \text{ мм}^3$$

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!

$$R_1 \parallel R_3 \rightarrow U = U_3 \quad \text{изетто } E_0$$

$$\text{Найдем выражение } R_{123} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}$$

$$\text{Соо } z = \text{из } \text{Одн.} \quad U = I_0 R_3 + I_0 R_{12} = I_0 R_{123}$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{U}{R_{123}} \Rightarrow \text{на } R_6 \quad U_6 = I_0 R_6 = \frac{U R_6}{R_{123}}$$

$$U_6 = \frac{10 \text{ В} \cdot 6 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом}} = 6 \text{ В}$$

$$R_{123} = \frac{R_1 R_2 + R_6 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} = \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} = 10 \text{ Ом}$$

$$\text{На } R_1 \text{ и } R_2 \text{ (параллельно соединены)} \Rightarrow U_1 = U_2 = \frac{U R_{12}}{R_{123}}$$

$$= \frac{10 \text{ В} \cdot 5 \text{ Ом} \cdot 20 \text{ Ом}}{5 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом}} = 9 \text{ В}$$

\Rightarrow мощность выделяющаяся на резисторах N_1, N_2, N_3 :

$$N_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{(10 \text{ В})^2}{10 \text{ Ом}} = 10 \text{ Вт} \quad N_6 = \frac{U_6^2}{R_6} = \frac{(6 \text{ В})^2}{6 \text{ Ом}} = 6 \text{ Вт}$$

$$N_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{(9 \text{ В})^2}{5 \text{ Ом}} = \frac{16}{3} \text{ Вт} = 3,2 \text{ Вт}$$

$$N_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{(9 \text{ В})^2}{20 \text{ Ом}} = \frac{16}{20} \text{ Вт} = 0,8 \text{ Вт}$$

$$\Rightarrow P_{\min} = N_2 = 0,8 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{\text{кз}} = 5 \text{ Ом} \quad P = 20 \text{ Вт} \quad P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$

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



1 2 3 4 5 6 7

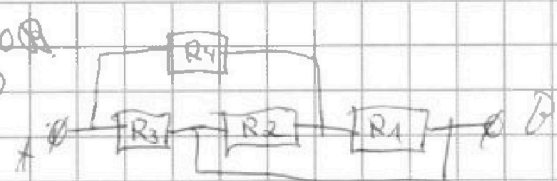
СТРАНИЦА

1 из 2

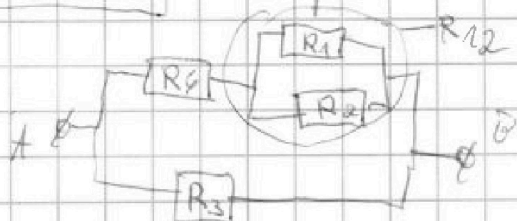
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$R_1 = 5 \text{ Ом}$
 $R_2 = 20 \text{ Ом}$
 $R_3 = 10 \text{ Ом}$
 $R_4 = 6 \text{ Ом}$

$U = 10 \text{ В}$



упростим схему и учтем перемычку:



резисторы R_1 и R_2 соединены последовательно \Rightarrow

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

R_4 и R_{12} — соединены параллельно \Rightarrow

$$R_{124} = R_{12} + R_4 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4 = \frac{R_1 R_2 + R_4 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2}$$

R_{124} и R_3 — параллельно \Rightarrow

$$R_{3124} = \frac{R_{124} \cdot R_3}{R_{124} + R_3} = \frac{\frac{R_1 R_2 + R_4 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} \cdot R_3}{\frac{R_1 R_2 + R_4 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} + R_3} \quad \text{--- 1)}$$

$$R_{3124} = \frac{R_1 R_2 + R_4 (R_1 + R_2)}{R_1 R_2 + (R_3 + R_4) (R_1 + R_2)} \cdot R_3 = \frac{5 \cdot 20 + 6 (5 + 20)}{5 \cdot 20 + (10 + 6) (5 + 20)} \cdot 10 \text{ Ом}$$

$$= \frac{100 + 150}{100 + 160} \cdot 10 \text{ Ом} = \frac{2500}{500} \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}$$



Всю цепь мы можем заменить на один резистор R_{3124} и ничего не изменится

$$\Rightarrow P = \frac{U^2}{R_{3124}} = \frac{(10 \text{ В})^2}{5 \text{ Ом}} = 20 \text{ Вт}$$

3) мощность каждого резистора, подаваемая на все резисторы цепи U_1, U_2, U_3, U_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
<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!

