



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

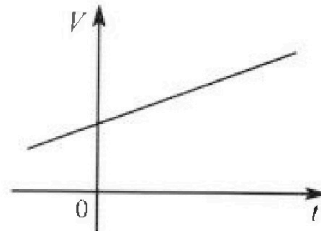
Вариант 09-01

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.

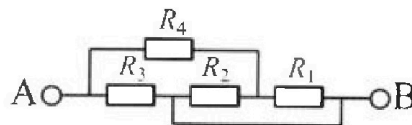


1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. 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.

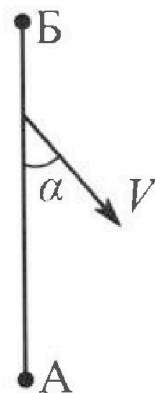
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

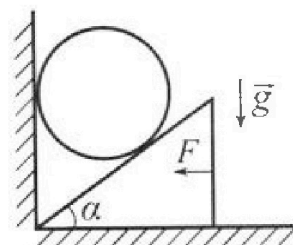
2. Найдите максимальную высоту H полета.

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
☐

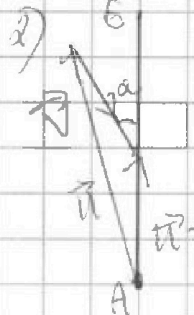
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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!

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

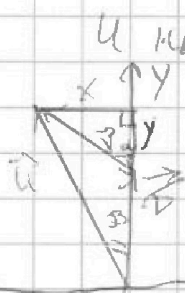
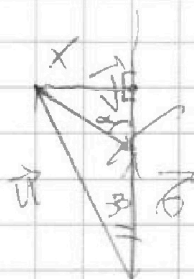
1)

$$u = \frac{S}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \frac{96}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 48 \text{ м/с}$$



A → B

Скорость лодки относительно земли $\vec{u} + \vec{V} = \vec{v}$
в направлении по AB
Найдем модуль $\vec{v}$



u направлен под углом β к AB
 $x \perp$ от точки B к AB
y - параллельно
Введём оси OY // AB
и OX $\perp$ AB

Запишем условия проекции $\vec{u}$ и $\vec{V}$ на оси

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

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

$$\sin \beta = \frac{16 \text{ м/с}}{48 \text{ м/с}} \cdot 0,6 = \frac{2 \cdot 6}{3 \cdot 10} = 0,4$$

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

$$\Rightarrow v = \sqrt{0,84} \cdot 48 \text{ м/с} = \sqrt{1 - 0,16} \cdot 48 \text{ м/с} = 0,8 \cdot 48 \text{ м/с}$$

$$\Rightarrow v = 0,8 \cdot 48 \text{ м/с} = 38,4 \text{ м/с}$$

$$T_1 = \frac{S}{v} = \frac{9600}{38,4} \text{ с} = \frac{1200}{\sqrt{0,84} - 1,6} \text{ с}$$



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

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

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

$$\text{при этом } \sin \beta = \frac{v}{u} \sin \alpha \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} =$$

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

Из BA

$$\text{при этом } u^2 u_{AB} = 0$$

$$OX: 0 = -\sin \beta u + \sin \alpha v$$

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

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

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

$$\Rightarrow \beta = \beta$$

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

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

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

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

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

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



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 ($\alpha = 180^\circ$)

$$9) \Rightarrow T_{\text{max}} = \frac{2S}{u^2 - v^2} \sqrt{u^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha} = \frac{25u}{u^2 - v^2}$$

$$T_{\text{max}} = \frac{2 \cdot 3600 \text{ м} \cdot 25 \text{ ч/с}}{(25 \text{ ч/с} - 16 \text{ ч/с})(25 \text{ ч/с} + 16 \text{ ч/с})} = \frac{2 \cdot 3600 \cdot 25}{8 \cdot 40} \text{ с}$$

$$T_{\text{max}} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 360}{4 \cdot 2} = 3 \cdot 480 = 1440 \text{ с.}$$

Ответ: $u = 25 \text{ ч/с}$

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 найдем α и ρ

$$\begin{cases} \rho^2 (x_1^2 + x_2^2) = \rho^2 \rho_0^2 \sin^2 \alpha (x_1 + x_2) \\ \cos \beta = \frac{\rho_0 \sin \alpha - \rho x_1}{\rho_0 \cos \alpha} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \rho(x_1 + x_2) = 2\rho_0 \sin \alpha \Leftrightarrow \rho_0 = \frac{\rho(x_1 + x_2)}{2 \sin \alpha} \\ 1 + \cos \beta = \frac{\rho_0 \sin \alpha - \rho x_1}{\rho_0 \cos \alpha} \end{cases} \quad \begin{cases} \cos \beta + \cos \alpha = \frac{\rho x_1}{\rho(x_1 + x_2)} \cos \alpha \\ \cos \beta + \cos \alpha = \frac{x_1}{x_1 + x_2} \cos \alpha \end{cases}$$

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

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{\cos \beta}{1 - \frac{2x_1}{x_1 + x_2}} = \frac{\cos 30^\circ}{1 - \frac{2 \cdot 16}{16 + 20}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{3}} = \frac{3\sqrt{3}}{2}$$

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

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

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

$$\sin^2 \alpha = \cos^2 \alpha \quad = \frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{1 + 24}} = \frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{25}}$$

$$\Rightarrow \rho_0 = \frac{\rho(x_1 + x_2)}{2 \cdot \frac{3\sqrt{3}}{5}} = \frac{\rho(16 + 20)}{2 \cdot \frac{3\sqrt{3}}{5}} = \rho(16 + 20) \cdot \frac{5\sqrt{3}}{6}$$

Возьмем проекции перемещения на ось Ox и Oy

$$S_x = \rho_0 \cos \alpha t$$

$$S_y = \rho_0 \sin \alpha t = \frac{\rho r^2}{2}$$



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!

$$R = \frac{g_0^2 - 2g_0 \sin \varphi \tau_1 + g^2 \tau_1^2}{(\cos(90^\circ - \varphi) - g) \cdot g}$$

$$R = \frac{g^2(t_1 + t_2)^2 \cdot \frac{7}{27} - g^2(t_1 + t_2) \tau_1 + g^2 \tau_1^2}{g (\cos(90^\circ - \varphi))}$$

$$R = \frac{(t_1 + t_2)^2 \cdot \frac{7}{27} - (t_1 + t_2) \tau_1 + \tau_1^2}{(\cos(90^\circ - \varphi)) \cdot g} = \frac{(30)^2 \cdot \frac{7}{27} - 30 \cdot (16 + 12)}{\cos 60^\circ}$$

$$= \frac{70 - 3 + 1}{\frac{1}{2}} \cdot 10 \text{ м} = 100 \text{ м}$$

Ответ: $T = 3 \text{ с}$; $\tau_1 = \frac{45}{4} \text{ м}$; $R = 100 \text{ м}$



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!

~2

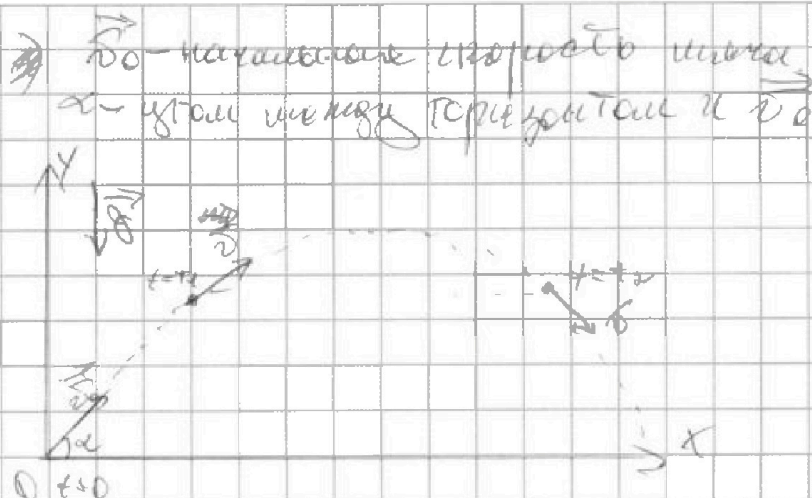
$$t_1 = 1\text{ с}$$

$$t_2 = 2\text{ с}$$

$$2\beta = 60^\circ$$

$$g = 10\text{ м/с}^2$$

$$\beta = 30^\circ$$



Запишем проекции скорости на оси x и y

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

тогда модуль скорости $v(t)$

$$Oy: v_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

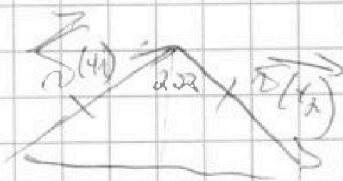
$$v(t)^2 = v_x^2 + v_y^2$$

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

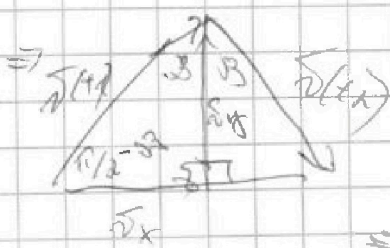
$$v(t)^2 = v_0^2 - 2v_0 \sin \alpha g t + g^2 t^2$$

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

Модуль скорости за t_1 и t_2 одинаковые на проекции



Треугольник между $\vec{v}(t_1)$ и $\vec{v}(t_2)$ равнобедренный; проведем высоту и рассмотрим треугольник с углом β и гипотенузой v_x и медианой v_y



Высота это v_y
полovina основания v_x

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \sin \alpha - g t_1}{v_0 \cos \alpha}$$



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 нахождении $S_g = 0$

$$\Rightarrow \sigma_0 \sin 2\alpha - \frac{\sigma T^2}{2} = 0$$

$$T=0 \quad \frac{T}{2} = \sigma_0 \sin \alpha \Rightarrow T = \frac{2\sigma_0 \sin \alpha}{\sigma}$$

$$T = \frac{2 \cdot 8(1+1+2)}{3\sqrt{3} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{4}} \quad T = \frac{8(1+1+2)}{8} = 1+1+2 = 3C$$

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

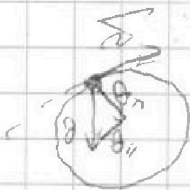
$S_v(t)$ — параболы с ветвями вниз $\Rightarrow$

$$t_B = -\frac{\sigma_0 \sin \alpha}{-\sigma} \quad S_{vB} = H_{max} = \frac{\sigma_0^2 \sin^2 \alpha}{2\sigma} - \frac{\sigma}{2} \frac{\sigma_0^2 \sin^2 \alpha}{\sigma^2}$$

$$H_{max} = \frac{\sigma_0^2 \sin^2 \alpha}{2\sigma} = \frac{8^2(1+1+2)^2}{2 \cdot 8} = \frac{8(1+1+2)^2}{2} = \frac{10^4(1+2)^2}{8}$$

$$= \frac{90}{8} \text{ м} = \frac{45}{4} \text{ м}$$

3) Найдем R



интерпретируем как
транзитную функцию
или приближенно радиус
или R

для этого найдем $\vec{\sigma}$ и составим:

$$\vec{\sigma}_n + \vec{\sigma}_t = \vec{\sigma}$$

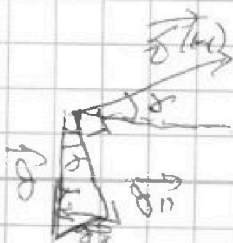
$$\vec{\sigma}_t \parallel \vec{v}(t_1)$$

$$\vec{\sigma}_n = \frac{\vec{v}(t_1)}{R} \quad \left| R = \frac{|\vec{v}(t_1)|}{\sigma_n} \right|$$

угол $\vec{v}(t_1)$ с горизонталью $-(90^\circ - \alpha) = \alpha$

угол между $\vec{\sigma}$ и $\vec{\sigma}_n$ тоже α

$$\Rightarrow \sigma_n = \frac{\sigma}{\cos(90^\circ - \alpha)} = \sigma$$





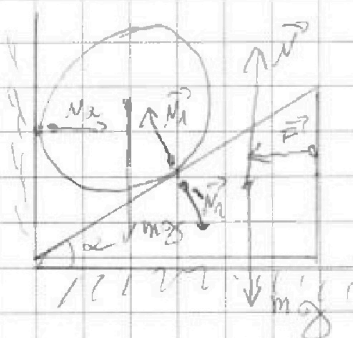
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\alpha = 30^\circ$$
$$m = 1 \text{ кг}$$
$$\vartheta = 10^4 / \text{с}^2$$
$$H = 0,8 \text{ м}$$



$\vec{g}$

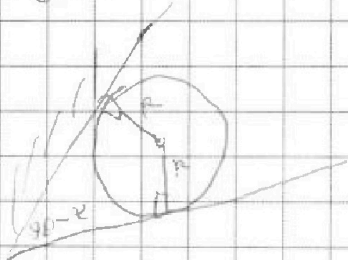
$\vec{F} = ?$

шар однородный
 $\Rightarrow$ центр масс в центре шара.

Разобьем силы действующие на шар и шарик.
На шарик: сила $\vec{F}$; сила тяжести $m\vec{g}$; сила реакции опоры горизонтальной стены; сила реакции шара.

На шар: сила тяжести $m\vec{g}$; сила реакции с вертикальной стены N_1 и с наклонной плоскости N_2 .

По 3-му закону Ньютона сила N_1 равна силе действия шара на шарик по модулю и направлена по направлению.



Шар вращен вокруг центра вертикальной стены и наклонной поверхности шарика $\Rightarrow$ линии действия сил N_1 и N_2 проходят через центр шара. Уравнение моментов относительно стены и центра шара $\Rightarrow$ $F = mg$.

Запишем 3-й закон Ньютона для шара и шарика.

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

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

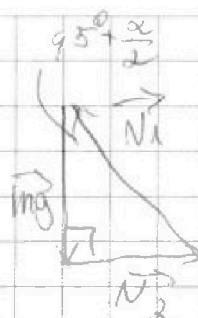
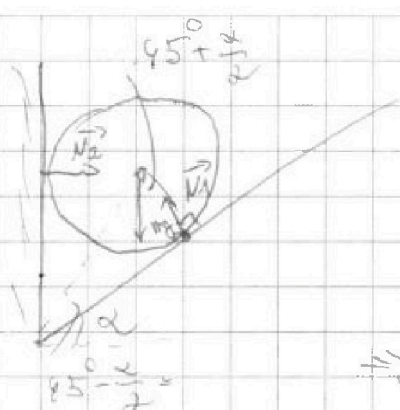


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!



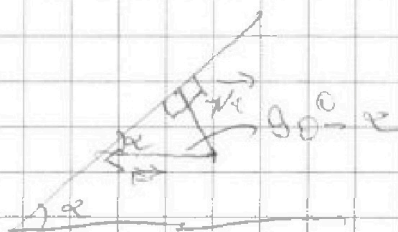
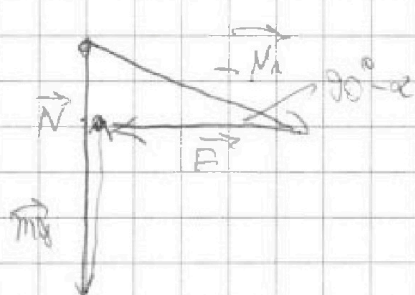
$$\sin(45 + \frac{\alpha}{2}) = \frac{N_2}{mg} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos(45 + \frac{\alpha}{2}) = \frac{N_1}{mg} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow N_1 = mg$$

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

или



$$\cos(90 - \alpha) = \frac{N_1}{mg} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{N_1}{mg} = \frac{1}{2}$$

$$N_1 = mg$$

$$\Rightarrow F = 100 - 10 \cdot \frac{1}{2} = 40 \text{ Н}$$

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

В момент абсолютно упругого удара его энергия осталась при нем и шар полетел вверх со той же скоростью, и тогда если его кинетическая энергия превратится в 0. $\Rightarrow$ он окажется на той же высоте $H = H = h = 0,8 \text{ м}$.



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 ☐

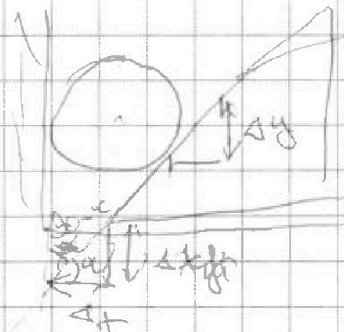
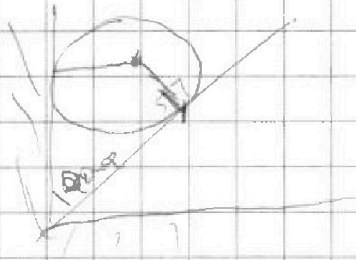
СТРАНИЦА
3 из 6

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

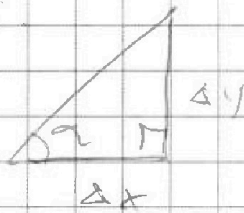
II з-н. Ньютона: $m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g} \neq \vec{N}_1$

шар едет с ускорением $\vec{a}_{\text{шара}} = \vec{a}_{\text{шара}} = \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + m\vec{g}$



буква α

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



$$\tan \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

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

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

$$\frac{a}{a_{\text{ш}}} = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{1 \cdot \sqrt{3}}{1} = \sqrt{3} \Rightarrow a = \sqrt{3} a_{\text{ш}} = 1.73 a_{\text{ш}}$$

$$a_{\text{ш}} = 0.58 a$$



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!

Золотым II $\Rightarrow$ в проекции на ось OX и OY

мг

шар.

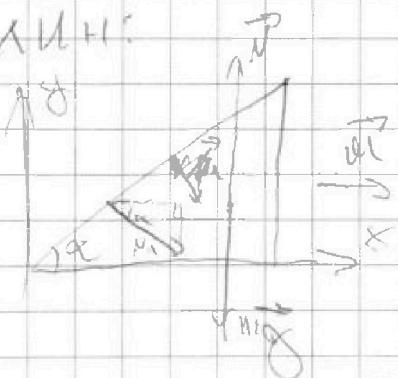
$$\text{OX: } \vec{0} = N_2 - \sin \alpha \times N_1$$

$$\text{OY: } m a_{\text{ш}} = m g - \cos \alpha N_1$$



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

плиты:



$$\text{OX: } m a = \cos \alpha N_1$$

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

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

$$a = \frac{g}{1 + \sin \alpha} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{10\sqrt{3} \text{ м}}{1 + \sqrt{3} \text{ с}^2}$$

4) α - вертикаль
ускорение плиты максимальное

$$\text{при } \sin \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

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

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

$$\text{ответ: } F = 10 \text{ Н}$$

$$2) \quad r = 0,8 \text{ м}$$

$$3) \quad a = \frac{10\sqrt{3} \text{ м}}{1 + \sqrt{3} \text{ с}^2}$$

$$1) \quad \alpha \rightarrow 0^\circ$$

$$5) \quad a_{\text{пл}} \rightarrow g$$



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 - диаметр

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

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

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!

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

$$V(t) = ?$$

1) Объем пути при $t_0 = V_0$

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

$\Rightarrow$ изменение объема пути ΔV_1 при изменении температуры на $\Delta t_1 = t_{100} - t_0$

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

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

$$V(t) = V_0 + K \cdot t \quad K - \text{коэффициент линейной функции}$$

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

или еще

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

2)



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

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

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

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

$$= \frac{2 \cdot 0,018}{13,6 \cdot 100} \cdot 47 \cdot 1000 \text{ мм}^3 = \frac{2 \cdot 1,8}{136} \cdot 47 \text{ мм}^3 = \frac{1,8}{68} \cdot 47 = \frac{18 \cdot 47}{680} \text{ мм}^3 =$$

$$= \frac{9 \cdot 47}{340} = \frac{63}{340} \text{ мм}^3$$



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!

На R_3 — $U = U_3$ используем E_0

Найдем эквивалентное $R_{123} = R_{123}$

Сколько же U_{123} : $U = I_0 R_3 + I_0 R_{12} = I_0 R_{123}$

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

$U_6 = \frac{100 \cdot 60 \text{ Ом}}{100 \text{ Ом}} = 60 \text{ В}$

$R_{123} = \frac{R_1 R_2 + R_6 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} = \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} \text{ Ом} + 60 \text{ Ом} = 100 \text{ Ом}$

На R_1 и R_2 (параллельно соединены) $\Rightarrow U_1 = U_2 = \frac{U R_{12}}{R_{123}} =$
 $= \frac{100 \cdot \frac{50 \cdot 20 \text{ Ом}}{50 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом}}}{100 \text{ Ом}} = 9 \text{ В}$

$\Rightarrow$ мощности выделяющиеся на резисторах N_1, N_2, N_3 :

$N_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{(100)^2}{100 \text{ Ом}} = 100 \text{ Вт}$ $N_6 = \frac{U_6^2}{R_6} = \frac{(60)^2}{60 \text{ Ом}} = 60 \text{ Вт}$

$N_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{(9)^2}{50 \text{ Ом}} = \frac{16}{3} \text{ Вт} = 3,2 \text{ Вт}$

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

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

Ответ: $R_{\text{кв}} = 50 \text{ Ом}$ $P = 200 \text{ Вт}$ $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$



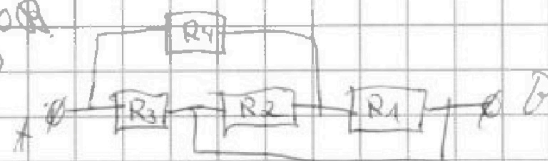
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

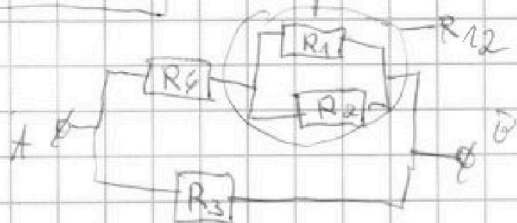
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \text{ Ом} \\ R_2 &= 20 \text{ Ом} \\ R_3 &= 10 \text{ Ом} \\ R_4 &= 6 \text{ Ом} \end{aligned}$$

$$U = 10 \text{ В}$$



упростим схему и найдём сопротивление:



Резисторы R_1 и R_2 соединены параллельно $\Rightarrow$

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

R_4 и R_{12} — соединены последовательно $\Rightarrow$

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

R_{124} и R_3 — параллельно $\Rightarrow$

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

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

$$= \frac{100 + 150}{100 + 400} \cdot 10 \text{ Ом} = \frac{2500}{500} \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}$$



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

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

3) Находим падение напряжения, выделяемое на всех резисторах 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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

