



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

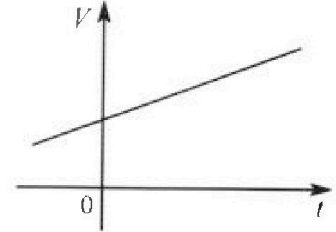
Вариант 09-01

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.

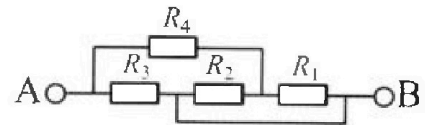
Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем ртути в  $\beta = 1,018$  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/см<sup>3</sup>. 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:  $m$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ ,  $t_0$ ,  $t_{100}$ ,  $t$ .
2. Найдите приращение  $\Delta V$  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 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  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 10$  Ом,  $R_4 = 6$  Ом.

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



Контакты А и В подключают к источнику постоянного напряжения  $U=10$  В.

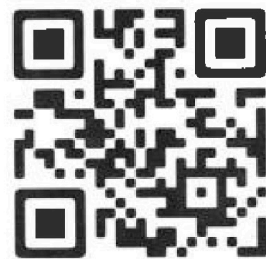
2. Найдите мощность  $P$ , которая рассеивается на всей цепи.
3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность  $P_{MIN}$ .



# 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.

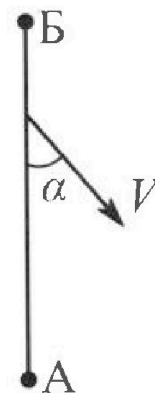
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 16$  м/с под углом  $\alpha$  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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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/с<sup>2</sup>.

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

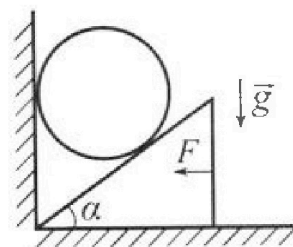
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H=0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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

3. Найдите ускорение  $a$  клина в процессе разгона.

4. При каком значении угла  $\alpha$  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.

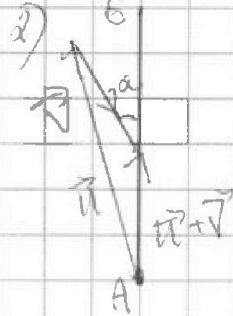
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

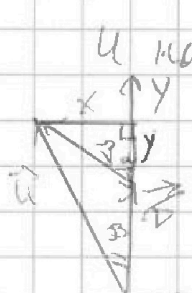
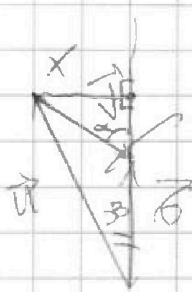
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

1) 
$$u = \frac{S}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \frac{24}{1} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 24 \text{ м/с}$$



2)  $A \rightarrow B$   
Скорость относительно берега -  
по условию  $\vec{u} + \vec{V} = \vec{v}$   
должна быть  
в направлении по AB  
Найдем модуль  $\vec{v}$



$u$  направлена под углом  $\beta$  к AB  
 $\perp$  к  $AB$   
 $x$  - катет  
Обе оси оси  $OY \parallel AB$   
 $u \perp AB$

заменим катеты проекциями  $u$  и  $V$  на ось

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

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

$$\sin \beta = \frac{164 \text{ км/ч}}{24 \text{ м/с}} \cdot 0,16 = \frac{2,6}{3,125} = 0,4$$

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

$$\Rightarrow v = \sqrt{0,84} \cdot 24 \text{ м/с} - 0,16 \cdot 164 \text{ км/ч} = 0,8 \cdot 164 \text{ км/ч}$$

$$\Rightarrow v = 0,8 \cdot 164 \text{ км/ч} = 131,2 \text{ км/ч}$$

$$T_1 = \frac{S}{v} = \frac{9600}{131,2} \text{ с} = \frac{1200}{3\sqrt{0,84} - 1,6} \text{ с}$$



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  $AB\bar{B}$

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

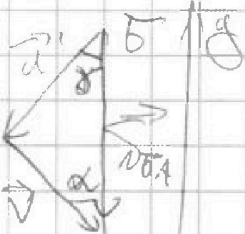
$$v_{AB} = \cos \beta u - \cos \alpha v$$

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  $\vec{v}$  —  $\delta$



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

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

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

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

$$\Rightarrow \delta = \beta$$

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

$T_{BA} = \frac{S}{v_{BA}}$   $T$  — 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  $\alpha$

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

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

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

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

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

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} \quad (1 - \sin^2 \alpha) \operatorname{tg}^2 \alpha = \sin^2 \alpha \\ \operatorname{tg}^2 \alpha = \sin^2 \alpha (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)$$

$$\frac{\sin^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{3\sqrt{3}}{1 + 27} = \frac{3\sqrt{3}}{28}$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{g(x_1 + x_2)}{2 \cdot \frac{3\sqrt{3}}{28}} = \frac{g(x_1 + x_2)}{3\sqrt{3}} = g(x_1 + x_2) \cdot \frac{\sqrt{21}}{3\sqrt{3}}$$

Возьмём проекции перемещения на ось  $Ox$  и  $Oy$

$$S_x = v_0 \cos \alpha t$$

$$S_y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$



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!

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

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

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

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

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



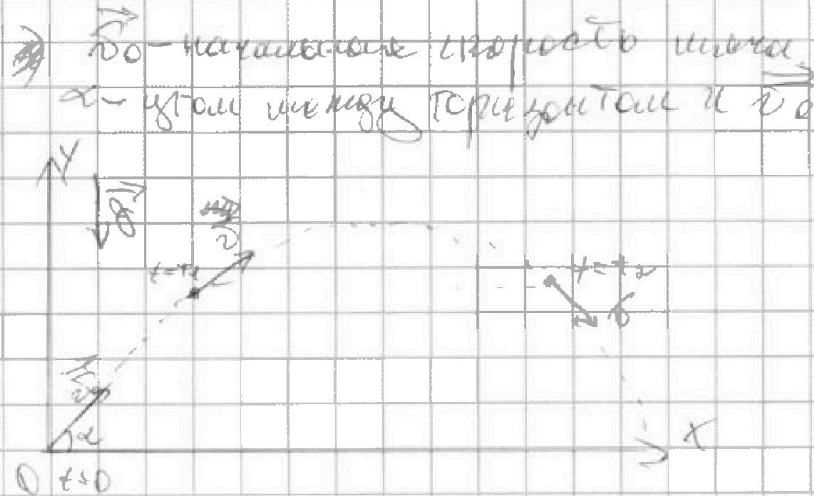
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



Запишем проекции скорости на оси  $x$  и  $y$

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

тогда модуль скорости  $v(t)$

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

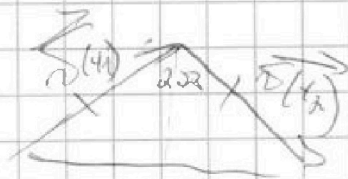
$$v(t)^2 = v_x^2 + v_y^2$$

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

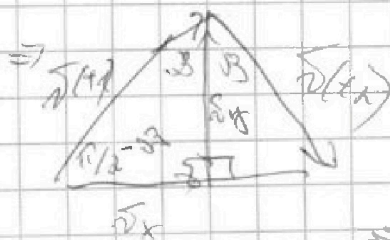
$$v(t)^2 = v_0^2 - 2 v_0 \sin \alpha g t + g^2 t^2$$

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

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 соотношения между сторонами и высотой



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  $S_f = 0$

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

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

$$T = \frac{2 \cdot 9.8 \cdot (1+1)}{2} = \frac{\sqrt{2} \cdot 39.2}{\sqrt{2}} = 39.2 \text{ Н}$$

2)  $H_{max} \Rightarrow S_{\nu} - \text{max}$

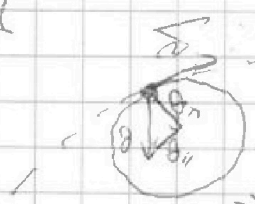
$S_{\nu}(t) - \text{парабола с ветвями вниз} \Rightarrow$

$$t_{\text{г}} = -\frac{\sqrt{2} g \sin \alpha}{-g} \quad S_{\nu B} = H_{max} = \frac{\sqrt{2} g^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g}{2} \frac{\sqrt{2} g^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$H_{max} = \frac{\sqrt{2} g^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g^2 (1+1)^2}{2g} = \frac{g (1+1)^2}{2} = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м}$$

$$= \frac{90}{9} \text{ м} = \frac{45}{4} \text{ м}$$

3) Найти  $R$



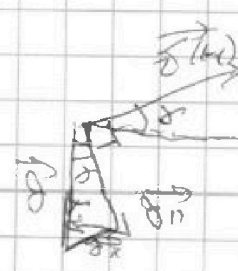
информация по траектории функции прироста функции на  $R$

Для этого найдем  $\vec{g}$  на составляющие:

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

$$\vec{g}_{\parallel} \parallel \vec{v}(t)$$

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



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

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

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.

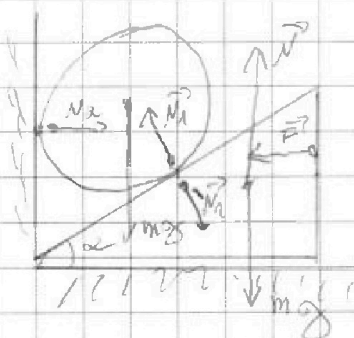


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

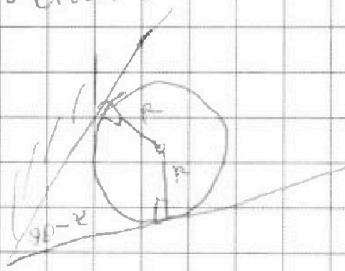
$\alpha = 30^\circ$   
 $m = 1 \text{ кг}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $H = 0,8 \text{ м}$



$F = ?$   
 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  $N_1$  и с наклонной плоскостью  $N_2$  и  $F$ .

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



Шар вращен в дуге между вертикальной стеной и наклонной равновесием шарика  $\Rightarrow$  шарик действует на шар  $N_1$  и  $N_2$  проходит через центр шарика. Уравнение моментов шарика и центра шара  $\Rightarrow$  сила  $F$ .

Запишем 3-и закон Ньютона для шарика и шара

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

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

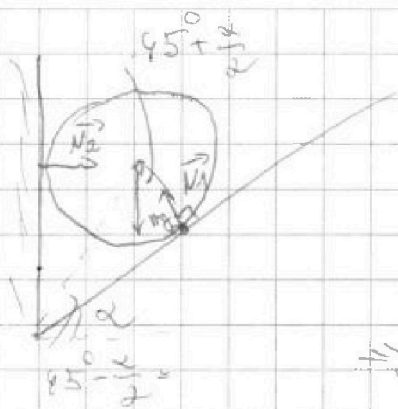


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



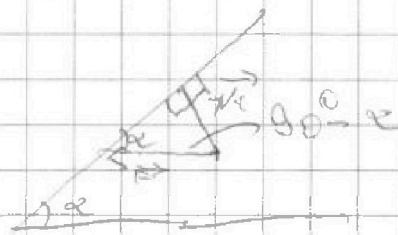
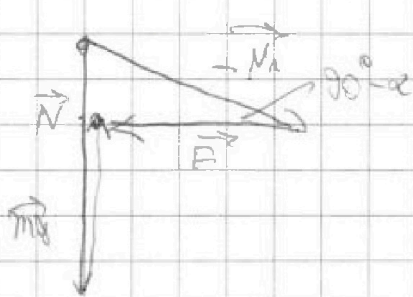
$$\sin\left(95 + \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

$$\Rightarrow N_1 = 2mg$$

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

или



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

$$F = mg$$

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

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 все его кинетическая энергия

перешла в  $E_0 \Rightarrow$  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

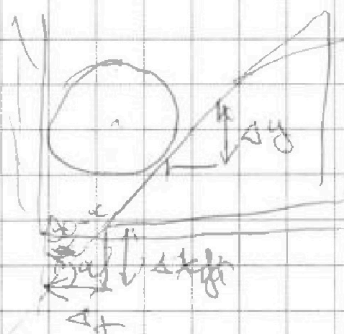
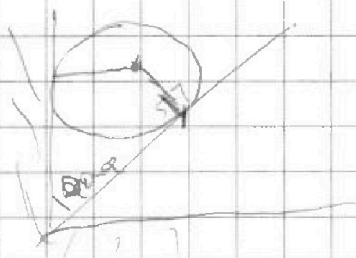
СТРАНИЦА  
3 ИЗ 6

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

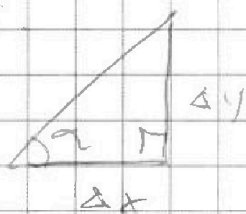
II з-н. Ньютона:  $m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g} \neq \vec{N}_x$

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



бежать за  $\vec{a}$

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



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

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

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

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

$$a_{ш} = \tan \alpha a$$



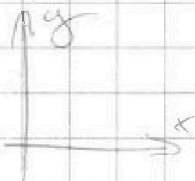
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

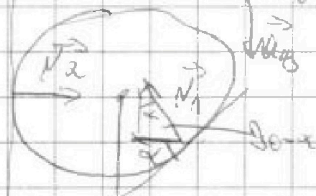
СТРАНИЦА  
из

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:



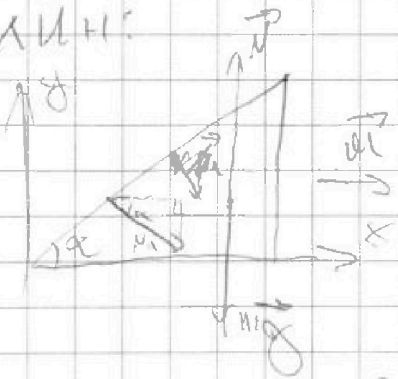
$$Ox: \sigma = N_2 - \sin \alpha \times N_1$$

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

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

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

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)  $\alpha$  - вертикаль  
ускорение плиты максимальное

$$\text{при } g \alpha - \text{min} \Rightarrow g \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

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

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

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)  $a_{\text{max}} \rightarrow g$



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 - 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!

$$\begin{aligned} t_1 &= 35^\circ\text{C} & t_{100} &= 100^\circ\text{C} \\ t_2 &= 42^\circ\text{C} & t_0 &= 0^\circ\text{C} \\ L &= 5 \text{ см} & \beta &= 1,018 \\ m &= 2 \text{ г} & S &= 13,6 \text{ см}^3 \end{aligned}$$

$$V(t) = ?$$

1) Объем ртути при  $t_0 = V_0$

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

$\Rightarrow$  изменение объема ртути  $\Delta V_1$  при изменении температуры  $\Delta t_1$

$$\Delta t_1 = t_{100} - t_0$$

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

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

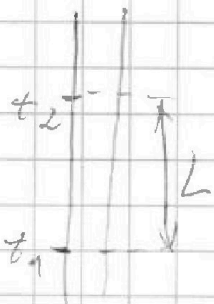
$$V(t) = V_0 + k \cdot t \quad k - \text{коэффициент пропорциональности}$$

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

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)



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

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

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

$$\Delta V = \frac{2 \text{ г}}{13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \frac{1,018 - 1}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}} (42^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}) = \frac{2 \cdot 0,018}{13,6 \cdot 100} \cdot 7 \text{ см}^3 =$$

$$= \frac{2 \cdot 0,018}{13,6 \cdot 100} \cdot 7 \cdot 1000 \text{ мм}^3 = \frac{2 \cdot 1,8}{136} \cdot 7 \text{ мм}^3 = \frac{1,8}{68} \cdot 7 = \frac{18 \cdot 7}{680} \text{ мм}^3 =$$

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

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!

$$R_1 \parallel R_3 \rightarrow U = U_3$$

используем  $I_0$

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

$$\text{Сколько?} \text{ Сумма: } U = I_0 R_5 + I_0 R_{123} = I_0 R_{1235}$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{U}{R_{1235}} \Rightarrow \text{Найдем } U_5 = I_0 R_5 = \frac{U R_5}{R_{1235}}$$

$$U_5 = \frac{10 \text{ В} \cdot 6 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом}} = 6 \text{ В}$$

$$R_{123} = \frac{R_1 R_2 + R_3 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} = \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} = 10 \text{ Ом}$$

$$\text{Найдем } R_1 \parallel R_2 \text{ (параллельно соединены)} \Rightarrow U_1 = U_2 = \frac{U R_{12}}{R_{1235}}$$

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

$\Rightarrow$  мощность выделяющаяся на резисторах  $N_1, N_2, N_3, N_5$ :

$$N_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{(10 \text{ В})^2}{10 \text{ Ом}} = 10 \text{ Вт} \quad N_5 = \frac{U_5^2}{R_5} = \frac{(6 \text{ В})^2}{6 \text{ Ом}} = 6 \text{ Вт}$$

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

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

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

Ответ:  $R_{123} = 10 \text{ Ом}$      $P = 20 \text{ Вт}$      $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$



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

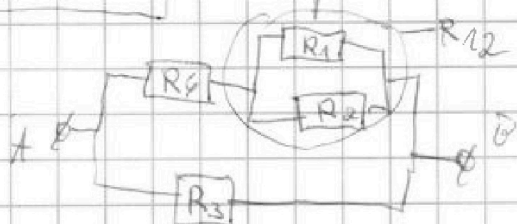
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

$U = 10 \text{ В}$



упростим схему и выберем переменную:



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  $\Rightarrow$

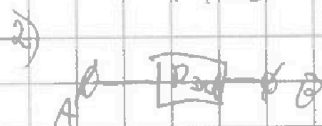
$$R_{124} = R_{12} + R_4 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4 = \frac{R_1 R_2 + R_4 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2}$$

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

$$R_{1243} = \frac{R_{124} \cdot R_3}{R_{124} + R_3} = \frac{\frac{R_1 R_2 + R_4 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} \cdot R_3}{\frac{R_1 R_2 + R_4 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} + R_3} \quad \text{--- 1)}$$

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

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



Всю цепь мы можем заменить на один резистор  $R_{\text{экв}}$  и ничего не изменится

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

3) мощность каждой лампы, мощность 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                        |
| <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!

