



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.

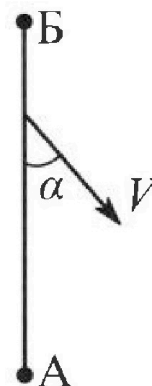
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

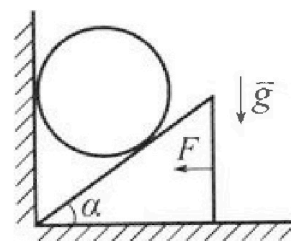
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H=0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

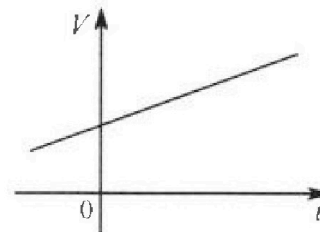
Вариант 09-01

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.

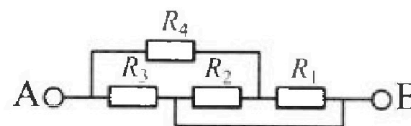


1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до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



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!

Задача ~ 1

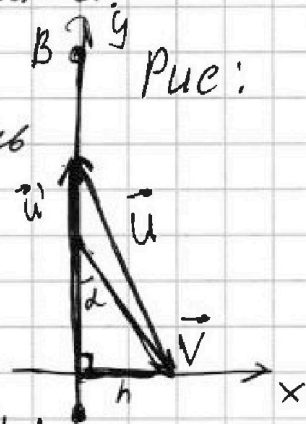
1) Для нахождения скорости аппарата U , введем запишем формулу расчета скорости:

$$U = \frac{S}{T_0} = \frac{9,6 \text{ км}}{400 \text{ с}} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \text{ м/с.} \quad \text{— Ответ}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 240 \\ 400 \\ \hline 9600 \end{array}$$

— скорость летательного аппарата.

2) На рисунке видно, ~~как~~ как должна быть направлена скорость аппарата, чтобы он двигался прямолинейно по маршруту AB .



А-В. Вектор скорости u' будет являться суммой векторов:

$$\vec{V} + \vec{u} = \vec{u}' \quad \text{Найдем скорость } u'.$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{V} \Rightarrow h = V \cdot \sin \alpha = 16 \text{ м/с} \cdot 0,6 = 9,6 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 16 \\ 0,6 \\ \hline 9,6 \end{array}$$

Величина h — это проекция векторов скорости \vec{V} и \vec{u} на ось Ox .

$$\text{запишем скорость } u' = \sqrt{U^2 - h^2} = \sqrt{V^2 - h^2} =$$

$$= \sqrt{24^2 \text{ м/с}^2 - 9,6^2 \text{ м/с}^2} = \sqrt{16^2 \text{ м/с}^2 - 9,6^2 \text{ м/с}^2} =$$

$$= \sqrt{576 - 92,16} = \sqrt{256 - 92,16} \text{ м/с} =$$

$$= \sqrt{483,84} - \sqrt{163,84} =$$

$$= 22,2 - 12,8 = 9,4 \text{ м/с} \quad \text{— Ответ}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 24 \\ 9,6 \\ \hline 19,6 \\ 19,6 \\ \hline 39,2 \\ 19,6 \\ \hline 58,8 \\ 19,6 \\ \hline 78,4 \\ 19,6 \\ \hline 98,0 \\ 19,6 \\ \hline 117,6 \\ 19,6 \\ \hline 137,2 \\ 19,6 \\ \hline 156,8 \\ 19,6 \\ \hline 176,4 \\ 19,6 \\ \hline 196,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22,2 \\ -12,8 \\ \hline 9,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22,2 \\ -12,8 \\ \hline 9,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 483,84 \\ -163,84 \\ \hline 320,00 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22,2 \\ -12,8 \\ \hline 9,4 \end{array}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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) Запишем полную формулу для нахождения времени полета по маршруту А-Б-А.

$$A \quad S_{АБА} = 2S$$

Сначала аппарат летит из А в Б на высоте h (горизонтальная скорость u_1); значит:

$$T_1 = \frac{S}{u_1} = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2} - v \cos \alpha}$$

$$u_1 = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \cos \alpha$$

Обратно нужно лететь как показано на рисунке для прямолинейного движения:

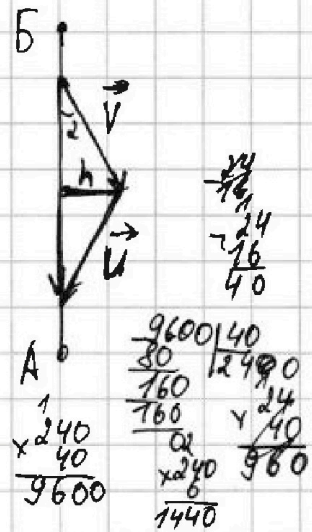
$$\Rightarrow u_2 = \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} = v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{S}{u_2} = \frac{S}{v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$\Rightarrow T = T_1 + T_2 = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \cos \alpha} + \frac{S}{v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}} =$$

$$= S \left(\frac{v \cos \alpha + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - v \cos \alpha}{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha - v^2 \cos^2 \alpha} \right) =$$

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



4) Зная, что при $\alpha = 0$ T_{\max} - минимально,

$$\text{найдем } T_{\max} = \frac{2S u}{u^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 9600 \text{ м} \cdot 24 \text{ м/с}}{(24^2 - 16^2) \text{ м}^2/\text{с}^2} =$$

$$= \frac{2 \cdot 9600 \cdot 24}{(24-16)(24+16)} \text{ с} = \frac{8 \cdot 40}{1 \cdot 40} \text{ с} = 1440 \text{ с. - ответ}$$

Ответ: $T_{\max} \rightarrow 1440 \text{ с.}$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

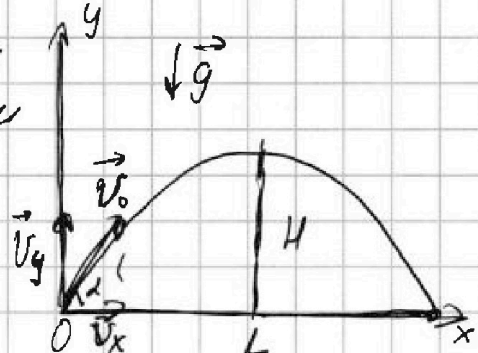
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2

1). Нарисуем график и запишем все скорости в проекции на оси Ox и Oy .

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g t$$



Поскольку v_x - постоянны, то уменьшаются только пожимаем, что через t_1 и t_2 - скорости v_y .

v_{y1} и v_{y2} - равны, значит запишем:

$$v_0 \cdot \sin \alpha - g t_1 = -v_0 \cdot \sin \alpha = -g t_2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \cdot \sin \alpha - g t)^2} \Rightarrow$$

$$v^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \cdot \sin \alpha - g t_1)^2 = v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \cdot \sin \alpha - g t_2)^2$$

$$(v_0 \cdot \sin \alpha - g t_1 - v_0 \cdot \sin \alpha + g t_2)(v_0 \cdot \sin \alpha - g t_1 + v_0 \cdot \sin \alpha - g t_2) = 0$$

(по формуле разности квадратов). Тогда либо $g t_1 = g t_2$, что неверно, либо:

$$2 v_0 \cdot \sin \alpha - g t_1 - g t_2 = 0$$

$$\Rightarrow 2 v_0 \cdot \sin \alpha = g (t_1 + t_2) \Rightarrow v_0 \cdot \sin \alpha = \frac{g}{2} (t_1 + t_2) = \frac{10 \text{ м/с}^2}{2} (1 + 2) =$$

$$= 5 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с} = 15 \text{ м/с} - \text{скорость } v_y \text{ в начальный момент времени.}$$

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

~~Тогда~~ ~~и~~ ~~и~~ ~~и~~ $H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot T - \frac{g T^2}{2}$ T - время подъема и падения, $T = 2T$.

Значит $v_0 \cdot \sin \alpha - g T = 0$

$$\Rightarrow v_0 \cdot \sin \alpha = g T \Rightarrow T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow T = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} =$$

$$= \frac{2 \cdot 15 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = \frac{30 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 3 \text{ с} - \text{время полета тела.}$$

Значит

2) Нарисуем вектор скорости в момент t_1 и t_2 на одной странице. Для нахождения высоты H полета пожимаем, что поднимаясь и



1 2 3 4 5 6 7

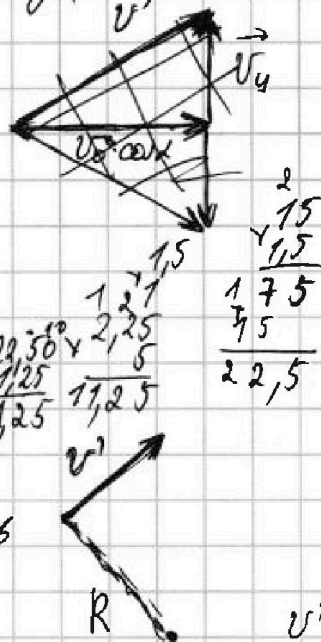
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

опускался мяч за время $\frac{T}{2}$ (походя из строения параболы) значит:

$$T = \frac{8c}{2} = 1,5c. \text{ - время подброса.}$$

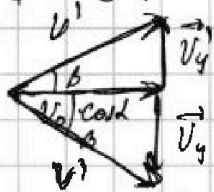
$$\Rightarrow H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gT^2}{2} = 15 \text{ м/с} \cdot 1,5c - 5 \text{ м/с}^2 \cdot (1,5)^2 c^2 = 22,5 \text{ м} - 11,25 \text{ м} = 11,25 \text{ м. - ответ}$$



3) В момент времени $t_2 = 1c$ мяч вращается по окружности радиуса R , который нужно найти. В этот момент времени скорость

$$v' = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gt)^2}$$

из u и v векторного рисунка скорости найдем v' :



Зная, что $\epsilon \beta = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$, найдем v' :

$$\sin \beta = \frac{v_y}{v'}; \text{ (данное утверждение расписано$$

рисунок из-за условия, что скорости равны, значит криволинейное равнобедренный, $v_0 \cos \alpha = \cos \alpha$,

$$\text{и углы равны)} \Rightarrow v' = \frac{v_y}{\sin 30^\circ} = \frac{v_0 \sin \alpha - gt}{\frac{1}{2}} =$$

$$= \frac{15 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}}{\frac{1}{2}} = 10 \text{ м/с.}$$

В данный момент t_2 тот же мяч вращается с угловой скоростью ω , при этом поминим, что за время $t_2 - t_1$ вектор скорости поворачивая и как бы не изменил свой модуль, значит $\omega = \frac{60^\circ}{(2-1)c} = \frac{\pi}{3} =$

$$= \frac{\pi}{3} \text{ рад/с.} \Rightarrow v' = \omega R \Rightarrow R = \frac{v'}{\omega} = \frac{10 \text{ м/с}}{\frac{\pi}{3} \text{ рад/с}} =$$

$$= \frac{10}{\frac{\pi}{3}} \text{ м} = \frac{10 \cdot 3}{\pi} \text{ м} = \frac{30}{\pi} \text{ м} = 3,14 \text{ м} \approx$$

$\approx 10 \text{ м}$ - радиус кривизны. - ответ

Ответ: $R = 10 \text{ м}$; $T = 3c$; $H = 11,25 \text{ м}$.



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.

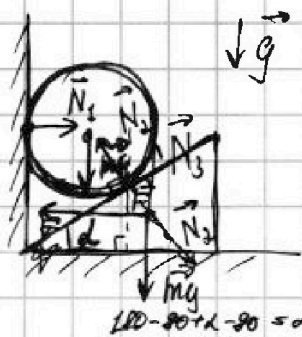
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!

Задача 3.

1) На рисунке расставлены силы, действующие на шар и клин. Покидая, что между шаром и клином есть сила N_2 (они равны по третьему закону Ньютона). Запишем второй закон Ньютона для шара.

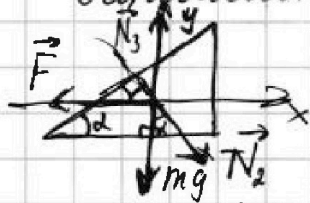


Запишем второй закон Ньютона для шара:

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

на ось Oy: $-mg + N_2 \cdot \cos \alpha = 0$
 $\Rightarrow mg = N_2 \cdot \cos \alpha$

Запишем второй закон Ньютона для клина:



$$\vec{F} + \vec{N}_3 + m\vec{g} + \vec{N}_2 = 0$$

Ox: $-F + N_2 \cdot \sin \alpha = 0$

$\Rightarrow F = N_2 \cdot \sin \alpha$; но $N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$

$$\Rightarrow F = \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha = 10 \cdot 10 \operatorname{tg} 30^\circ = 10 \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н.} - \text{Ответ}$$

2) снова изобразим шар с действующими на него силами! Запишем закон Ньютона:



Запишем для шара закон Ньютона: $m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = m\vec{a}$, а ускорение шара; Ox: $-mg + N_2 \cdot \cos \alpha = -ma$

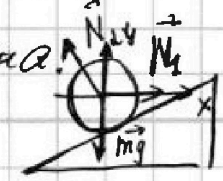
для клина запишем тоже:

Знаем, что $N_2 \cdot \sin \alpha = F$

$$\Rightarrow N_2 = \frac{F}{\sin \alpha} = \frac{10}{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sin 30^\circ} = \frac{10}{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 0.5} = \frac{20}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow a = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m} = \frac{10 \cdot 10 - \frac{20}{\sqrt{3}} \cdot \cos 30^\circ}{10} = \frac{100 - 20}{10} = 8 \text{ м/с}^2$$

Запишем для клина закон Ньютона:





1 2 3 4 5 6 7

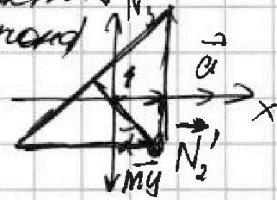
СТРАНИЦА
2 из 4

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!

Теперь в этом случае на шар будет действовать только сила $N_2' = N_1$, чтобы уравновесить шар ~~и он еще~~, которая уравновешивает ~~шар~~ силы, действующие на шар, по оси Ox .
Значит шар будет двигаться с ускорением $a = g$.

3) Для нахождения ускорения шара запишем силы, действующие на него в момент ~~движения~~. $\vec{N}_3 + m\vec{g} + \vec{N}_2 = m\vec{a}$ (Закон Ньютона)

Эта сила ~~уравновешивает~~ силы N_2 ; то $N_2 \sin \alpha = F$.



$\Rightarrow Ox: N_2 \cdot \sin \alpha = ma \Rightarrow F = ma$

$\Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н} : 1 \text{ кг} = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ м/с}^2$ - ускорение шара.

4) Попробуем, что $a = \frac{N_2 \cdot \sin \alpha}{m}$

$N_2 \cdot \cos \alpha = mg$

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

$a = \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{m} =$

$= \text{tg} \alpha \cdot g$

4) Попробуем, что $a = \frac{N_2 \cdot \sin \alpha}{m}$

при этом для шара сила

$N_2 \cos \alpha = mg$ (из уже записанного

уравнения), получаем, что $N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha} \Rightarrow a = \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{m} =$

$= \text{tg} \alpha \cdot g$. Максимально, если $\text{tg} \alpha$ - максимальный, то есть $\alpha = 45^\circ$.

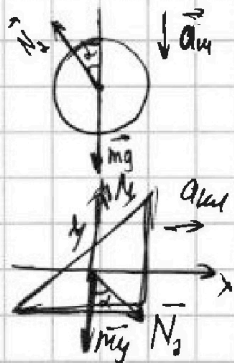
4) Запишем для шара и шина

законы Ньютона по осям Ox и Oy :

$mg \rightarrow Oy; mg - N_2 \cdot \cos \alpha = ma_{ш}$

$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5+1}{10} = 0x; N_2 \cdot \sin \alpha = ma_{ш}$

$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = \frac{3+1}{4} = \frac{1}{4}$





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!

Примем, если перейти в СД шина, то шар будет двигаться вдоль линии шина, при этом

$\vec{a}_{\text{отн}} = \vec{a}_m + \vec{a}_{\text{ш}}; \text{ и у шар будет маневр } d$
 $d) \Rightarrow \vec{a}_{\text{отн}} \text{ тг}d = \frac{a_m}{a_{\text{ш}}} \Rightarrow a_m = a_{\text{ш}} \cdot \text{тг}d.$

Выразим N_2 из обоих уравнений:

$$N_2 = \frac{mg - ma_{\text{ш}}}{\cos d} = m \frac{(g - a_{\text{ш}})}{\cos d}; \quad N_2 = \frac{ma_{\text{ш}}}{\sin d}.$$

$$\Rightarrow \frac{ma_{\text{ш}}}{\sin d} = \frac{m(g - a_{\text{ш}})}{\cos d} \Rightarrow a_{\text{ш}} \cdot \cos d = g \cdot \sin d - a_{\text{ш}} \sin d =$$

$$= g \cdot \sin d - a_{\text{ш}} \cdot \text{тг}d \cdot \sin d.$$

$$\Rightarrow a_{\text{ш}} \cdot \cos d + a_{\text{ш}} \cdot \text{тг}d \cdot \sin d = g \cdot \sin d.$$

$$a_{\text{ш}} = g \frac{\sin d}{\cos d + \text{тг}d \cdot \sin d} = a. \quad \text{— ускорение шина.}$$

$$a = g \frac{\sin d}{\cos d + \frac{\sin^2 d}{\cos d}} = g \frac{\sin d}{\frac{\cos^2 d + \sin^2 d}{\cos d}} = g \cdot \sin d \cdot \cos d.$$

но еще $a = g \cdot \sin d \cdot \cos d \cdot 1.2$

$$2a = 2 \sin d \cos d \cdot g. \Rightarrow 2a = 2g \sin 2d.$$

$$\Rightarrow a = g \cdot \frac{\sin^2 d}{2} \text{ — максимум, при } \sin 2d = 1;$$

но еще $\angle d = 45^\circ$ — ответ.

5) Посчитаем $a_{\text{max}} = \frac{g \cdot 1}{2}$; но еще $a_{\text{max}} = \frac{10 \text{ м/с}^2}{2} =$
 $= 5 \text{ м/с}^2$ — ответ, максимальное ускорение шина.

3) Посчитаем ускорение a по найденной формуле

$$a = g \cdot \frac{\sin 2d}{2}; \quad a = 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{\sin 60^\circ}{2} = \frac{10 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 2} = \frac{10\sqrt{3}}{4} \text{ м/с}^2$$

$$= 2,5 \cdot \sqrt{3} \text{ м/с}^2 = \frac{5\sqrt{3}}{2} \text{ м/с}^2 \text{ — (ответ) ускорение шина.}$$

2) Найдем ускорение шара $a_{\text{ш}} = a_{\text{ш}} \cdot \text{тг}d = g \cdot \sin d \cdot \cos d \cdot \frac{\sin^2 d}{\cos d} = g \cdot \sin^2 d = \frac{10 \text{ м/с}^2}{4} = 2,5 \text{ м/с}^2$



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

СТРАНИЦА
4 ИЗ 7

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

зная ускорение шара, рассчитаем по
формуле скорость при достижении поверхности.

$$s = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2sa} = \sqrt{2 \cdot 9 \text{ м} \cdot 2,5 \text{ м/с}^2}$$

$$= \sqrt{45} \text{ м/с} = 2\sqrt{10} \text{ м/с}$$

$\Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}$; мы еще знаем
не действует другое

$$\Rightarrow h = \frac{9}{20} \text{ м} = \frac{2}{5} \text{ м} = 0,4 \text{ м} \text{ - Ответ; высота } h.$$



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!

Задача 4.

1) $V(t)$; Видно, что зависимость
прямая; значит: $V(t) = \beta V_0 + kt$.

где V_0 - нач. объем; k - коэффициент; t - температура.
Но мы знаем, что $V_0 = \frac{m_0}{\rho_0}$; $m_0 = m$; $\rho_0 = \rho$;
 m_0 и ρ_0 - нач. масса и плотность ртути.

значит: $V_0 = \frac{m}{\rho}$; найдем теперь k ;

$$\Rightarrow V_0 \Rightarrow V(t) = V_0 + k \cdot t_0 = V_0 + 0$$

$$\Rightarrow \beta V_0 \Rightarrow \beta V_0 = V_0 + k t_{100}$$

$$\beta V_0 = V_0 + k t_{100}; \text{ при } t_0 = V_0 \Rightarrow V(t) = V_0$$

Пусть V - объем при t_0 ; значит;

$$V = V_0 + k t_0; \text{ тогда } \beta V = V_0 + k t_{100}$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{V_0 + k t_{100}}{V_0 + k t_0} \Rightarrow \beta V_0 + \rho \beta k t_0 = V_0 + k t_{100}$$

$$\Rightarrow \beta k t_0 - k t_{100} = V_0 - \beta V_0 \Rightarrow k (\beta t_0 - t_{100}) = V_0 (1 - \beta)$$

$$\text{или } k = V_0 \frac{(\beta - 1)}{(t_{100} - \beta t_0)}; \text{ значит:}$$

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

- уравнение ~~для~~ зависимости.

- ответ

$$2) \Rightarrow \Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} t_2 \right) - \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} t_1 \right) =$$

$$= \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} t_2 - 1 - \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} t_1 \right) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - \beta t_0)} \cdot (t_2 - t_1) - \text{проп-}$$

уща.

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{22}{1360} \cdot \frac{0,018}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}} \cdot 70^\circ\text{C} = \frac{14 \cdot 0,018}{13,6 \cdot 100} \text{ см}^3 =$$

$$= \frac{14 \cdot 0,018}{1360} \text{ см}^3 = \frac{0,252}{1360} \text{ см}^3 = \frac{252}{1360} \text{ мм}^3 = \frac{126}{680} \text{ мм}^3 =$$

$$= \frac{63}{340} \text{ мм}^3. \text{ Ответ: } \Delta V = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - \beta t_0)} (t_2 - t_1) = \frac{63}{340} \text{ мм}^3. - \text{ ответ}$$

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) Найдем площадь сечения S по формуле
объема цилиндра: $V = L \cdot S$

$$\rightarrow S = \frac{V}{L} = \frac{63}{340} \text{ мм}^3 \cdot \frac{1}{50 \text{ мм}} = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2.$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 340 \\ \hline 680 \\ 11900 \\ \hline 117000 \end{array}$$

Ответ: $S = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$ - площадь сечения.



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.

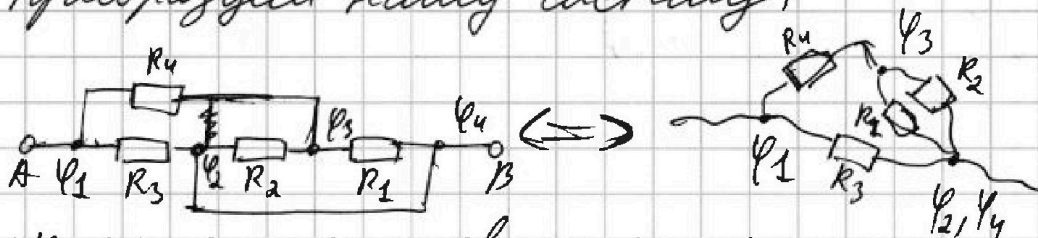
1 2 3 4 5 6 7

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!

Задача 5.

1) Для нахождения сопротивления преобразуем нашу схему;



$\varphi_2 = \varphi_4$, т.е. соединим проводом узлы 2 и 4.

$$\Rightarrow R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \text{ Ом} \cdot 20 \text{ Ом}}{5 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом}} = \frac{100}{25} \text{ Ом} = 4 \text{ Ом}.$$

$$R_{124} = R_4 + R_{12} = 6 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом} = 10 \text{ Ом}.$$

$$\Rightarrow R_{ab} = \frac{R_3 \cdot R_{124}}{R_3 + R_{124}} = \frac{100 \text{ Ом}}{2 \cdot 100 \text{ Ом}} = 5 \text{ Ом}.$$

— эквивалентное сопротивление. — ответ

2) Запишем, что $P = \frac{U^2}{R} = \frac{10^2 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} = \frac{100 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} =$

$= 20 \text{ Вт}.$ — ответ

3). Покишаем, что $U = U_3 = U_4 + U_{12}.$

это напряжения на соответствующих резисторах.

значит: $P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{U^2}{R_3} = \frac{100 \text{ В}^2}{10 \text{ Ом}} = 10 \text{ Вт}.$

$U_{12} = U_1 = U_2$; значит:

$R_{124} = 10 \text{ Ом} \Rightarrow I_{124} = \frac{U}{R_{124}} = \frac{10 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}.$

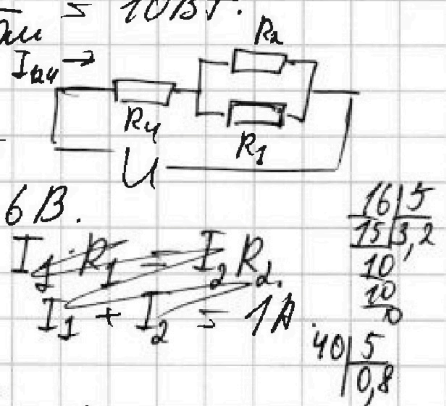
$\Rightarrow U_4 = R_4 \cdot I_{124} = 6 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ А} = 6 \text{ В}.$

$\Rightarrow P_4 = \frac{U_4^2}{R_4} = \frac{36 \text{ В}^2}{6 \text{ Ом}} = 6 \text{ Вт}.$

$\Rightarrow U_1 = U_2 = U - U_4 = 10 \text{ В} - 6 \text{ В} = 4 \text{ В}.$

$\Rightarrow P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{16 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} = 3,2 \text{ Вт}.$

$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{16 \text{ В}^2}{20 \text{ Ом}} = \frac{4}{5} \text{ Вт} = 0,8 \text{ Вт}.$ — ответ





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!

Значит $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$ и достигается оно
на втором резисторе.

Ответ: $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$