

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.

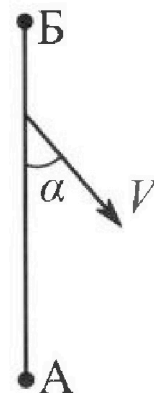
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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 $T_{\text{МАХ}}$ 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.

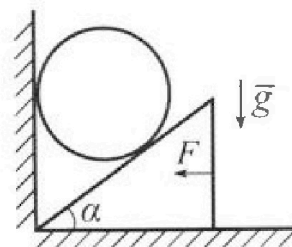
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H=0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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 $a_{\text{МАХ}}$ клина.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

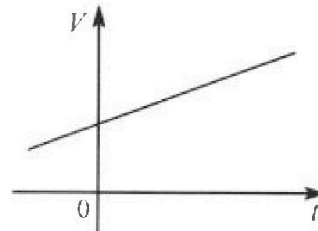
Вариант 09-01

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.

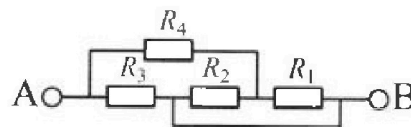


1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$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



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!

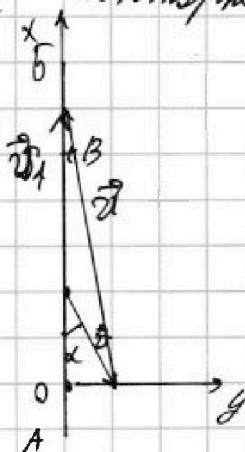
1) Р. к движение летательного аппарата равномерное и прямолинейное, в вертикальном:

$S = u \cdot t$, где u - скорость движения аппарата.

$$\text{то } u = \frac{S}{t_0} = \frac{96 \text{ км}}{400 \text{ с}} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \frac{96}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{скорость}$$

летательного аппарата.

2) В случае, если по маршруту идет ветер, придется направлять вектор скорости аппарата так, чтобы лететь по прямой АБ. Пусть при этом абсолютная скорость аппарата v_1 , то $v_1 = u + v$, где u - скорость аппарата относительно ветра, v - скорость ветра. Тогда векторы:



Тогда в проекции на ОУ: $u \cdot \sin \beta = v \cdot \sin \alpha$

На ОХ: $v_1 = u \cdot \cos \beta - v \cdot \cos \alpha$. По основанию тригонометрической тождеству: $u^2 \cdot \cos^2 \beta + u^2 \cdot \sin^2 \beta = u^2$. То

$$u \cdot \cos \beta = \frac{\sqrt{u^2 - u^2 \cdot \sin^2 \beta}}{\sqrt{u^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{u^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha}}{\sqrt{u^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha}} \cdot \cos \alpha. \text{ Тогда } v_1 =$$

α тогда из А в Б значит $t = \frac{S}{v_1} = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 \cdot \sin^2 \alpha} - v \cdot \cos \alpha}$



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!

Если $\sin \alpha = 0,6$, то по основному тригонометрическому тождеству $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$
 Подставим:

$$T_1 = \frac{9600 \text{ м}}{\sqrt{24^2 - 0,36 \cdot 16^2} - 0,8 \cdot 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

$$24^2 = 480 + 24 \cdot 4 = 576$$

$$16^2 = 256$$

$$16 \cdot 0,8 = 12,8$$

$$\begin{array}{r} \times 256 \\ 0,96 \\ \hline 1536 \\ 256 \\ \hline 4 \mid 0,96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 256 \\ 0,36 \\ \hline 1536 \\ 768 \\ \hline 92,16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \mid 23 \\ \hline 23 \mid 1,043... \\ \hline 100 \\ - 92 \\ \hline 80 \\ - 69 \\ \hline 21... \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576,00 \\ - 92,16 \\ \hline 483,84 \end{array}$$

$$\text{То } T_1 = \frac{9600 \text{ м}}{(\sqrt{483,84} - 12,8) \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{9600}{\sqrt{483,84} - 12,8} \text{ с.}$$

$$\text{Т.к. } 483,84 \approx 484 = 22^2, \text{ то } T_1 \approx \frac{9600}{22 - 12,8} \text{ с.}$$

$$\frac{9600}{9,2} \text{ с} = \frac{96000}{92} \text{ с} = 1000 \cdot \frac{24}{23} \text{ с} = \frac{24000}{23} \text{ с} \approx$$

$$1,043 \cdot 1000 \text{ с} \approx 1043 \text{ с.}$$

3) Теперь найдем, какую абсолютную скорость v_2 будет иметь летательный



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
4 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!

5) $\eta \alpha = 0$ при $\alpha = 0^\circ$ (или 180°), то

$$T_{max} = \frac{25 \cdot u}{u^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 9600 \text{ м} \cdot 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{24^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 16^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 96 \cdot 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{576 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 256 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}$$

$$= \frac{2 \cdot 24 \cdot 96 \cdot 100}{320} \text{ с} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 96 \cdot 100}{64 \cdot 5} \text{ с} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 100}{2 \cdot 5} \text{ с} =$$

$$48 \cdot 3 \cdot 10 \text{ с} = 1440 \text{ с}.$$

ответ: 1) $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$2) T_1 = \frac{9600}{\sqrt{48964} - 128} \text{ с}$$

3) $\alpha = 0^\circ$ (или же 180°)

$$4) T_{max} = 1440 \text{ с}.$$



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.

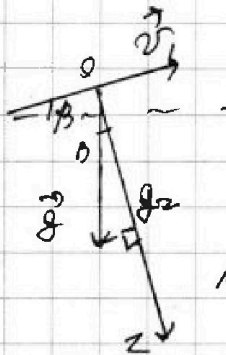
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$\frac{225}{20} \text{ м} = 11,25 \text{ м}.$$

3. Т.к. с t_1 до t_2 вектор скорости повернулся на $2\beta = 60^\circ$, модули равны; $-v_{1y} = v_{2y}$; v_x - постоянна, то равны и углы векторов скорости к горизонту. Они равны $\beta = 30^\circ$. Пусть такая скорость в момент t_1 v_1 , то $v_1 = \frac{v_{1y}}{\sin \beta} = \frac{5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{1}{2}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Введем ось, перпендикулярную вектору скорости в момент t_1 :



Тогда проекция ускорения на эту ось равна $g \cdot \sin \beta$. То

Если радиус кривизны траектории R , нормальное ускорение g_z , то

$$R = \frac{v_1^2}{g_z} = \frac{v_1^2}{g \sin \beta} = \frac{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}.$$

ответ: 1) $T = 3 \text{ с}$

2) $h = 11,25 \text{ м}$

3) $R = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}$



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 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!

1) ~~Т.к мяч находится~~

Т.к сопротивление нет, то

горизонтальная составляющая - скорость

мяча неизменна и равна $v_x = T.к$ в

моменты t_1 и t_2 модуль скорости

равен, $v_x = const$, то по модулю

равны и вертикальные составляющие,

при этом $v_{2y} = -v_{1y}$. Тогда

$$2 v_{1y} = g(t_2 - t_1).$$

$$v_{1y} = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot 1с}{2} = 5 \frac{м}{с}.$$

Пусть изначальная скорость мяча равна v , тогда пусть начальная вертикальная

составляющая равна v_y . То за время t_1

$$v_{1y} = v_y - g t_1, \quad v_y = g t + v_{1y} = 10 \frac{м}{с^2} \cdot 1с + 5 \frac{м}{с} = 15 \frac{м}{с}.$$

$$\text{Тогда полёт длится } T = \frac{2 \cdot v_y}{g} = \frac{2 \cdot 15 \frac{м}{с}}{10 \frac{м}{с^2}} = 3с.$$

2) Максимальная высота H достигается через $\frac{T}{2}$ и равна $H = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{15^2 \frac{м^2}{с^2}}{20 \frac{м}{с^2}} =$

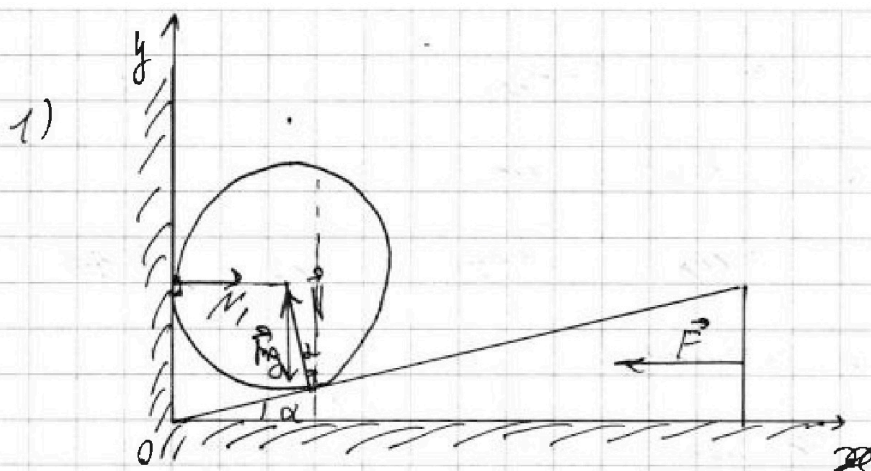


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



Расставим силы, действующие на шар, с условием, что шар находится в равновесии.

В проекции на Ox для сил, действующих на шар: $N_1 = N \cdot \sin \alpha$.

По Oy :

$$mg = N \cdot \cos \alpha, \text{ то } \frac{N_1}{mg} = \frac{N \cdot \sin \alpha}{N \cdot \cos \alpha}, \text{ т.е.}$$

$N_1 = mg \cdot \tan \alpha$. При рассмотрении всей системы в проекции на Ox :

$$F = N_1, \text{ тогда } F = mg \cdot \tan \alpha.$$

$$\alpha = 30^\circ, \text{ то } \tan \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}. \text{ Тогда } F = 1 \text{ кН} \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{кН}}.$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н.}$$

2) При всех значениях массы m



На одной странице можно оформить 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.

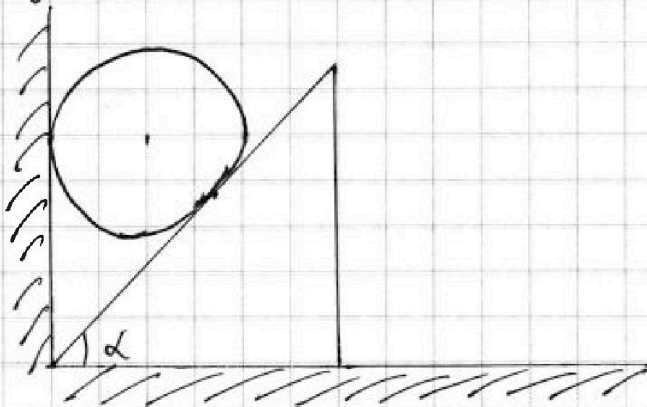
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 6

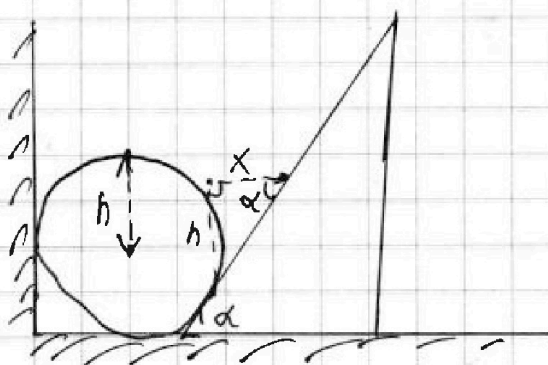
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

созданием будет касаться стены (иначе бы он начал скатываться с клина, т.е. движение перестало бы быть чисто поступательным) и в концы - концы все равно касались стенки. Наблюдая тогда кинематическую связь между перемещениями, скоростями и ускорениями шара и клина:

Узнаем:



В момент создания



все точки шара опустились на 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
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!

тогда и точка касания тоже отсутствует на Π . Т.к. угол при нижней вершине клина α , то и связь между обозначенными на рисунке x и $g \alpha = h$, x - перемещение клина. Рассмотрим малые промежутки времени Δt получим, что если скорость клина v_k , шарика - v_m , ускорения - a_k и a_m . Т.к. $v_k = x'$, $v_m = h'$, где производная берется по времени, то $a_m = a_k \cdot \tan \alpha$ и $v_m = v_k + g \alpha$. Т.к. сила трения отсутствует, то выполняемая 3(7, тогда: $m g h = \frac{m v_k^2}{2} + \frac{m v_m^2}{2}$. Т.к. масса одинаковые). Тогда $g h = \frac{v_k^2 + v_m^2}{2}$.
 $g h = \frac{v_m^2 (1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha})}{2}$, то $2 g h = (1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}) v_m^2$
 $v_m^2 = \frac{2 g h}{1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}}$. Т.к. удар абсолютно упругий, то шарик не меняет направление скорости на противоположное, т.е. направится вверх. В первый раз его скорость



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
4 из 6

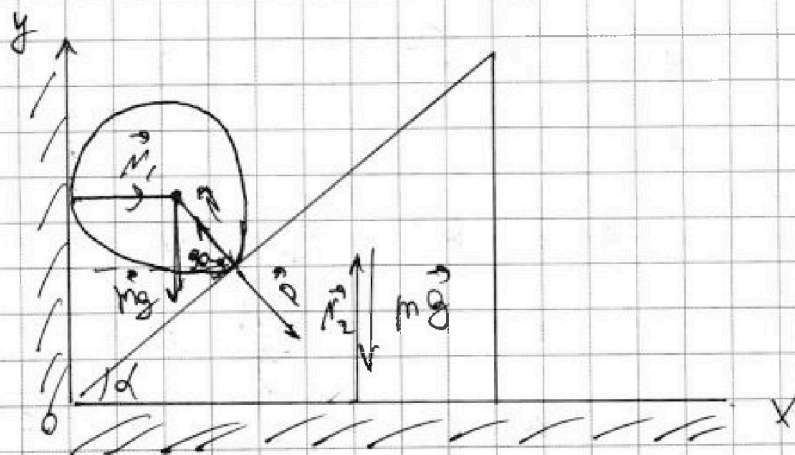
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

скорость равна 0 в высшей точке траектории на высоте $h = \frac{v_{из}^2}{2g}$ шарик при этом не удаляется от стены!

$$\text{То } h = \frac{2gk(1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha})}{2g} = k(1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}) =$$

$$0,8 \text{ м} \cdot (1 + \frac{1}{\frac{1}{3}}) = 0,8 \cdot (1 + 3) = 3,2 \text{ м.}$$

3. ~~Найти~~ ~~Та~~ составим шм, действующая на шар, если известен α и то, что $a_k \cdot \tan \alpha = a_{ш}$.



По 3-й-му Ньютону $N_1 = -N_2$.

Реза в проекциях на оси. На Oy:

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

на Ox для шара:

$$ma_{ш} = N_2 \cdot \sin \alpha.$$



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
5 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!

Т.к. $a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = a_{\text{н}}$ получим:

$$m a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = mg - N \cdot \cos \alpha$$

$$m a_k = N \cdot \sin \alpha \quad \text{Тогда}$$

$$N = \frac{m a_k}{\sin \alpha}$$

$$m a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = mg - \frac{m a_k \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$a_k \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) = g$$

$$a_k \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \right) = g$$

$$a_k \cdot \frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} = g$$

$$a_k = g \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

Тогда при $\alpha = 30^\circ$ получим, что

$$a = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{10\sqrt{3}}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

4) Найти максимум функции вертикали. Пусть $\sin \alpha = b$, тогда

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - b^2}$$

$$b \sqrt{1 - b^2} = \sqrt{b^2 - b^4} \quad \text{Для нахождения}$$

параметра найдем максимум.

$-b^4 + b^2$ - парабол $\uparrow$ вершина вниз.

То максимум при $b^2 = \frac{1}{-2} = \frac{1}{2}$ - в вершине параболы



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
6 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!

Поэтому $b^2 = \frac{1}{2}$. То $b^* = \pm \sqrt{\frac{1}{2}} = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}$

т.к. $\sin \alpha > 0$, то найдем, что
максимум при $\sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$, т.е. при
 $\alpha = 45^\circ$.

5) Ускорение $a_{\max} = g \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ =$
 $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{2}{4} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

ответ: 1) $F = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$

2) $h = 3,2 \text{ м}$

3) $\alpha = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

4) $\alpha = 45^\circ$

5) $a_{\max} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



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!

1) По заданию видим, что зависимость объема шара, при этом $V = V_0 (1 + \alpha (t - t_0))$, где V_0 - объем при 0°C , $t_0 = 0^\circ\text{C}$ - начальная температура. Т.к. при t_0 плотность шара равна ρ , а масса m , то $V_0 = \frac{m}{\rho}$.

Известно, что при $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ $V(t_{100}) = \beta V_0$.

Тогда $\beta V_0 = V_0 (1 + \alpha (t_{100} - t_0))$. То
 $\beta = 1 + \alpha (t_{100} - t_0)$.

$\alpha (t_{100} - t_0) = \beta - 1$, $\alpha = \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0}$. Тогда при температуре t объем шара равен

$$V(t) = V_0 (1 + \alpha (t - t_0)) = \frac{m}{\rho} \cdot (1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t - t_0)).$$

2) При температуре t , объем равен

$$V_1 = \frac{m}{\rho} (1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_1 - t_0)). \text{ При } t_2:$$

$$V_2 = \frac{m}{\rho} (1 + \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} (t_2 - t_0)). \text{ Тогда прираще-}$$

$$\text{ние } \Delta V = V_2 - V_1 = \frac{m}{\rho} + \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t_2 - \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t_0 = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot (t_2 - t_1).$$

Подставив $\Delta V = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,018}{1360 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = \frac{14 \cdot 0,018}{1360} \text{ см}^3 = \frac{0,001 \cdot 18 \cdot 14}{1360} \text{ см}^3 =$



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!

$$0,0001 \cdot \frac{18 \cdot 14}{136} \text{ см}^3 = 0,0001 \cdot 1000 \cdot \frac{2 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 7}{34 \cdot 4} \text{ мм}^3 =$$

$$0,01 \cdot 0,1 \cdot \frac{2 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 7}{8 \cdot 12} \text{ мм}^3 = 0,1 \cdot \frac{9 \cdot 7}{12 \cdot 2} \text{ мм}^3 =$$

$$\frac{63}{340} \text{ мм}^3.$$

3. Считая, что стекло не расширяется, если известно, что расстояние между отметками t_1 и t_2 равно L получим:

$L \cdot S = \Delta V$, S — площадь сечения термометра. То

$$S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{63}{340 \cdot 50} \text{ мм}^2 = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2 -$$

площадь сечения сосуда

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

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

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



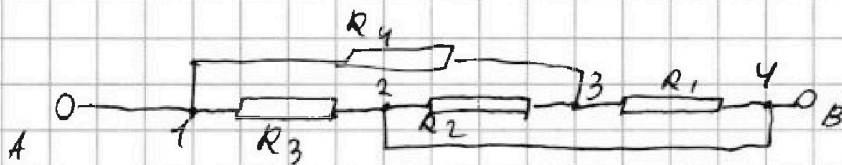
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

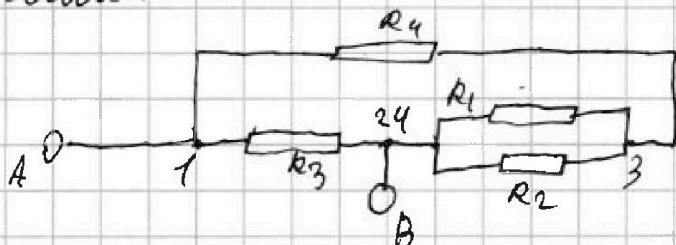
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

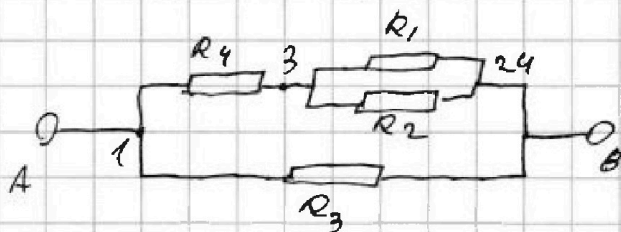
1)



Поскольку между точками 2 и 4 есть перемычка, то резисторы R_2 и R_1 соединены параллельно. Тогда эквивалентная схема:



Окончательная схема эквивалентная схема:



Параллельно соединены две ветви:

снизу с R_3 и сверху, 4 резистора оставшихся резисторами. Сопротивление между точками

3 и 24 $R_{32} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ (т.к. соединены параллельно).

$R_{32} = \frac{50 \text{ Ом} \cdot 20 \text{ Ом}}{50 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом}} = \frac{100 \text{ Ом}^2}{70 \text{ Ом}} = 1.43 \text{ Ом}$. Сопротивление верхней ветви тогда равно $R_0 = R_4 + R_{32}$ (т.к. соединены эти участки последовательно). Тогда $R_0 = 4 \text{ Ом} + 1.43 \text{ Ом} = 5.43 \text{ Ом}$.



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!

Т.к в нижней ветви только резистор R_3 ,
то эквивалентно $R_{зкв} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} =$
 $\frac{100}{20} \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}$ — эквивалентное сопротивление.

2) Т.к по закону Джоуля — Ленца $P = \frac{U^2}{R}$,
тогда для всей цепи рассеиваемая
мощность $P = \frac{U^2}{R_{зкв}}$; $U = 10 \text{ В}$; $R_{зкв} = 5 \text{ Ом}$.
то $P = \frac{100 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} = 20 \text{ Вт}$.

3) Находим напряжение, и, соответственно,
мощности, выделяющиеся на резисторах.
Для R_3 напряжение равно $U_3 = U = 10 \text{ В}$, то
 $P_3 = \frac{U_3^2}{R_3} = \frac{100 \text{ В}^2}{10 \text{ Ом}} = 10 \text{ Вт}$. Т.к в верхней ветви
 R_4 подключен последовательно с участком 324, то

$U_{324} + U_4 = U = 10 \text{ В}$. Так, текущий через ветвь
равен $I_0 = \frac{U}{R_2} = \frac{10 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$. Тогда напряже-
ние на R_4 равно $U_4 = R_4 \cdot I_0 = 6 \text{ В}$. И мощность
 $P_4 = \frac{U_4^2}{R_4} = \frac{36 \text{ В}^2}{6 \text{ Ом}} = 6 \text{ Вт}$. Напряжение на R_1 и R_2 совпа-
дет и равно тогда $U_1 = U_2 = U_{324} = U - U_4 = 4 \text{ В}$.
то $P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{16 \text{ В}^2}{5 \text{ Ом}} = 3,2 \text{ Вт}$. то $P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \frac{16 \text{ В}^2}{20 \text{ Ом}} = 0,8 \text{ Вт}$.

тогда $P_2 < P_1 < P_4 < P_3$. Минимальная мощность $P_{\min} = P_2 = 0,8 \text{ Вт}$.
Ответ: 1) $R_{зкв} = 5 \text{ Ом}$; 2) $P = 20 \text{ Вт}$; 3) на R_2 ; $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$



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
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!

$$\begin{array}{r} 3600 \cdot 2 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\frac{1}{9} \quad 1$$

$$\begin{array}{r} 600 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 242 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 - 76 \\ \hline 220 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ + 96 \\ \hline 6 \end{array}$$



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
__ 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!

$$\frac{63 \cdot 0,0001}{34 \cdot 50} = \frac{63}{170} \cdot 0,0001 \quad N.$$

18

51

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 96 \\ 18 \overline{) 180} \\ \underline{180} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 630 \overline{) 170} \\ \underline{510} \\ 1200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 225 \overline{) 20} \\ \underline{225} \\ 120 \end{array}$$

$$\frac{15^2}{2 \cdot 10} = \frac{225}{20} = 11,25$$

$$\frac{15 \cdot 2}{10} = 3$$

$$\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array}$$

$$\sqrt{2 \cdot 960}$$

$$\frac{100}{4}$$

$$\frac{55}{4} \cdot 20 = 275$$

$$1 \frac{1}{4}$$

$$16 \cdot 0,6 = 9,6$$

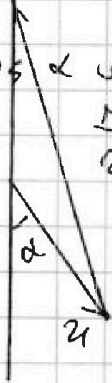
$$\begin{array}{r} 9,6 \\ \times 9,6 \\ \hline 10,8 \end{array}$$

$$9,6$$

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

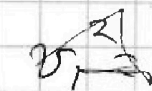
$$\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha} + u \cos \alpha$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ \times 96 \\ \hline 9216 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 576 \\ 92,16 \\ \hline 576 - 92,16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \\ - 92 \\ \hline 484 \end{array}$$



$$v^2 = u^2 + v_1^2 + 2 \cdot u \cdot v_1 \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2} = s \sqrt{\frac{\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha} + u \cos \alpha + \sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha} - u \cos \alpha}{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha - u^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$2s \frac{\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}}{v^2 - u^2}$$



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!

$$V = V_0(1 + \alpha(t - t_0))$$

$$\beta = 1 + \alpha(t_{100} - t_0)$$

$$\beta - 1 = \alpha(t_{100} - t_0)$$

$$\alpha = \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0}$$

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

$$0,018$$

$$1600 \sqrt{9 \cdot 350}$$

$$0,00018 \cdot 100 =$$

$$= 8,14$$

$$100$$

$$F \cdot \tan \alpha = mg$$

$$0,01800$$

$$\sin(90 - \alpha) =$$

$$\cos \alpha$$

$$\frac{136}{12} \cdot \frac{16}{2}$$

$$0,15$$

$$20$$

$$\frac{2}{13,6} \cdot 2 \cdot 0,00018 =$$

$$\frac{17 \cdot 18 \cdot 0,00001}{0,1 \cdot 17,8} =$$

$$17,8$$

$$\frac{17 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 0,0001}{17,8} =$$

$$17,8$$

$$\frac{63 \cdot 0,0001}{17,2} = \frac{63}{34} \cdot 0,0001$$

$$2,5 \cdot 2$$

$$\frac{6,42}{8}$$