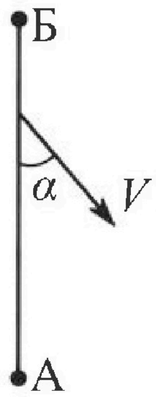
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 А → Б в безветренную погоду составляет T_0=400 с. Расстояние АБ равно S=9,6 км.



1.Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

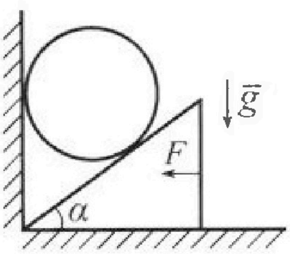
Допустим, что в течение всего времени поле та ветер дует с постоянной скоростью $V = 16$ м/с под углом α к прямой АБ (см. рис.) таким, что $\sin\alpha = 0{,}6$.

2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U.
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту А → Б → А максимальная? Движение аппарата прямолинейное.
4. Найдите максимальную продолжительность T_{MAX} полета по маршруту А → Б → А. 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 $2\beta = 60^0$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

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 $\alpha = 30^0$ находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоится однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны m=1кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.



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=0,8м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

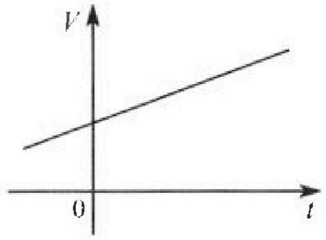
2. Найдите перемещение h шара после соударения до первой остановки.
3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.
4. При каком значении угла α ускорение клина максимальное?
5. Найдите максимальное ускорение a_{MAX} клина.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

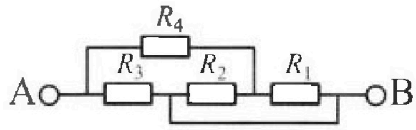
4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками $t_1 = 35°\text{C}$ и $t_2 = 42°\text{C}$ равно L=5 см. В термометре находится m=2 г ртути.



Экспериментально установлено, что с ро стом 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 $t_{100} = 100$ °C объем ртути в $\beta = 1{,}018$ раза больше объема ртути при $t_0 = 0°\text{C}$. Плотность ртути при температуре $t_0 = 0°\text{C}$ считайте равной $\rho = 13{,}6$ г/см^3. 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 $t_1 = 35°\text{C}$ до $t_2 = 42°\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм^3.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм^2.

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 A и B 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 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

Дано:

$T_0 = 400$ с

$S = 9{,}6$ км $= 9600$ м

~~$V = 16$ м/с, $\sin\alpha = 0{,}6$~~

Найти:

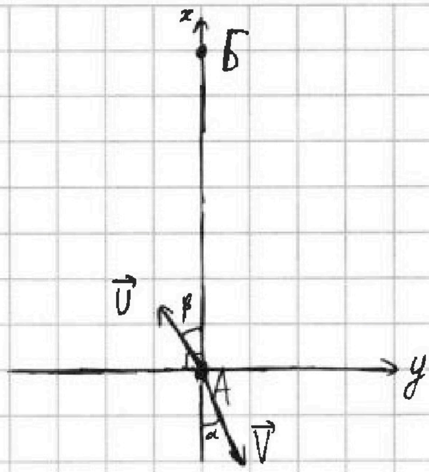
$U = ?$ $V = 0$

~~$U = ?$~~ $V = 16$ м/с, $\sin\alpha = 0{,}6$

$T_1 = ?$

$\alpha = ?$ $T_{АБА} = T_{MAX}$

$T_{MAX} = ?$



Решение:

Рассмотрим первый случай. Аппарат с постоянной скоростью U за время T_0 проходит расстояние S. Значит, $U = \frac{S}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24$ м/с

На время мысленно перейдём в СО, связанную с ветром. В ней аппарат движется со скоростью $\vec{U}$, а точка Б движется со скоростью $-\vec{V}$. Тогда очевидно, что аппарат движется прямолинейно, т.к. кратчайшим путём от одной точки до другой является прямая.

Вернёмся в СО, связанную с Землёй. Тогда аппарат движется ~~со~~ по прямой от А к Б. Назовём ось, проходящую через А и Б, осью x, а перпендикулярную ей — осью y. Начало координат в точке А (см. рисунок).

Поскольку аппарат движется только вдоль оси x, проекция его скорости на ось y равна 0. В свою очередь, проекция скорости аппарата на ось y складывается ~~из~~ ~~п~~ из проекций скоростей $\vec{V}$ и $\vec{U}$ на ось y.

Пусть $\vec{U}$ направлено под углом β к оси x. Тогда, $0 = V\sin\alpha - U\sin\beta \Rightarrow \sin\beta = \frac{V}{U}\sin\alpha$. Тогда $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = 0{,}8$; $\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{V^2}{U^2}\sin^2\alpha}$. ~~Значит,~~ Проекция ~~п~~ скорости аппарата на ось x складывается из проекций ~~собств~~ $\vec{U}$ и $\vec{V}$ на ось x.

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 [X] 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!

Обозначим эту проекцию за v_x. Тогда, $v_x = U\cos\beta - \cancel{V\sin} V\cos\alpha =$ $= U\sqrt{1-\frac{V^2}{U^2}\sin^2\alpha} - V\sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha} - V\sqrt{1-\sin^2\alpha}$. Время T_1 — отношение расстояния S к v_x, а значит,

$$T_1 = \frac{S}{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}-V\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \cancel{\frac{9600}{\sqrt{24^2-16}}\ \frac{м}{с}}\ \frac{9600}{\sqrt{24^2-16^2\cancel{\sin^2}\cdot 0,6^2}-16\sqrt{1-0,36}}\ с =$$

$$= \frac{9600}{\sqrt{576-256\cdot 0,36}-16\cdot 0,8}\ с\ \cancel{\neq};\quad 16\cdot 0,8 = 12,8;\quad 256\cdot 0,36 =$$

$$\begin{array}{r} \times\ 256 \\ 0,36 \\ \hline +\ 1536 \\ 768\ \ \\ \hline 92,16 \end{array} \Rightarrow \quad 576 - 92,16 = 483,84$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{9600}{\sqrt{483,84}-12,8}\ с$$

~~Чтобы максимизировать~~ При полёте $А \to Б \to А$ время будет складываться из $\frac{S}{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}-V\sqrt{1-\sin^2\alpha}} + \frac{S}{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}+V\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$, т.к. на обратном пути ~~сно~~ ветер в проекции на Ox сонаправлен с аппаратом. Тогда,

$$T = S\left(\frac{1}{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}-V\sqrt{1-\sin^2\alpha}} + \frac{1}{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}+V\sqrt{1-\sin^2\alpha}}\right) = S\cdot\frac{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}\cdot 2}{U^2-V^2\sin^2\alpha-V^2(1-\sin^2\alpha)} =$$

$$= 2S\cdot\frac{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}}{U^2-\cancel{V^2\sin^2\alpha}-V^2+\cancel{V^2\sin^2\alpha}} = 2S\cdot\frac{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}}{U^2-V^2},\ \text{но}\ \frac{2S}{U^2-V^2} - const \Rightarrow$$

при $T = T_{max}$ ~~выражен~~ значение выражения $\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}$ максимально, а что будет в случае, когда $\sin^2\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0^\circ$ или $\alpha = 180^\circ$

$$T_{max} = \frac{2S}{U^2-V^2}\cdot\sqrt{U^2} = \frac{2US}{U^2-V^2} = \frac{2\cdot 24\cdot 9600}{576-256} = \frac{2\cdot 24\cdot 960\cancel{0}}{32\cancel{0}} = 2\cdot 24\cdot 30 = 1440\ с$$

Ответ: $U = 24$ м/с; $T_1 = \frac{9600}{\sqrt{483,84}-12,8}$ с; $\alpha = 0 + n\pi$ радиан; $n \in \mathbb{R}$; $T_{max} = 1440$ с

$U = \frac{S}{T_0}$; $T_1 = \frac{S}{\sqrt{U^2-V^2\sin^2\alpha}-V\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$; $T_{max} = \frac{2US}{U^2-V^2}$

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!

№2

Дано:

$t_1 = 1$ с, $t_2 = 2$ с, $|\vec{v_1}| = |\vec{v_2}|$

$2\beta = 60°$

$g = 10$ м/с^2

Найти:

$T = ?$

$H = ?$

$R = ?$

Решение:

m – масса мяча

~~Мяч~~ Мяч летит по параболе, ~~а знач~~ $\cancel{\frac{mv^2}{2}}$ $\frac{mv^2}{2} + mgh = $ $= const \Rightarrow v^2 + 2gh = const \Rightarrow$ Поскольку $|\vec{v_1}| = |\vec{v_2}|$, $h_1 = h_2$, где h_1 и h_2 – высоты мяча над землёй в моменты времени t_1 и t_2 соответственно.

~~Поскольку~~ Горизонтальная составляющая скорости мяча не меняется, а значит, поскольку $v_1 = v_2$, ~~ось~~ расстояние от высшей точки траектории до точек траектории в моменты t_1 и t_2 по горизонтали равны. Пусть горизонтальная составляющая скорости мяча равна v_x. В силу симметрии ~~на~~ высшая точка траектории будет достигнута в момент времени $\frac{1}{2}T$.

Тогда $v_x\left(\frac{T}{2} - t_1\right) = v_x\left(t_2 - \frac{T}{2}\right) \quad | : v_x$

$\frac{T}{2} - t_1 = t_2 - \frac{T}{2} \Rightarrow T = t_1 + t_2 = 3$ с

Заметим, что в моменты t_1 вертикальная составляющая ~~отличается от верх~~ скорости отличается от вертикальной составляющей скорости в момент t_2 (как минимум, направлением, т.е. сначала была вверх, потом вниз). Но модуль скорости не изменился, а значит, модуль вертикальной составляющей не изменился, т.к. горизонтальная – const.

~~Тогда 2β – удвоенный угол~~ Тогда 2β – удвоенный угол

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 ☐

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!

между ~~между~~ скоростью в момент t_1 ~~под углом к горизонту~~ к горизонтали. Значит, ~~в мо~~ этот угол равен β.

Определим вертикальную составляющую скорости мяча в момент времени t_1 (далее она будет обозначаться v_y).

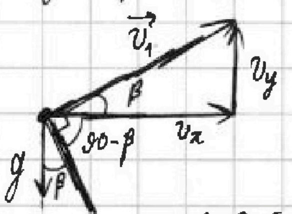
$\cancel{v_y = g(\frac{T}{2}-t_1)}$ $\frac{v_y}{g} = \frac{T}{2} - t_1 \Rightarrow v_y = g\left(\frac{T}{2} - t_1\right)$

$tg\beta = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow v_x = \frac{v_y}{tg\beta} = \frac{g\left(\frac{T}{2}-t_1\right)}{tg\beta}$

Заметим, что за вторую половину времени в проекции на ~~ось~~ вертикаль мяч падал вниз с ускорением g, причём в момент времени $\frac{T}{2}$ вертикальная составляющая скорости равна 0. Мяч падал с высоты H. Тогда,

$$H = g\cdot\frac{\left(\frac{T}{2}\right)^2}{2} = \frac{gT^2}{8} = \frac{10\cdot 9}{8} = 11,25 \text{ м}$$

Для определения радиуса кривизны необходимо знать нормальное ускорение, т.е. перпендикулярное скорости.



$a_\perp = g\cos\beta$, $a_\perp = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{a_\perp}$

$$v_1 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = g\left(\frac{T}{2}-t_1\right)\sqrt{\frac{1}{tg^2\beta}+1} = \cancel{g\left(\frac{T}{2}-t_1\right)\sqrt{\frac{1}{\cos^2\beta}} = \frac{g\left(\frac{T}{2}-t_1\right)}{\cos\beta}}$$

$$\cancel{R = \frac{v_1^2}{a_\perp} = \frac{g^2\left(\frac{T}{2}-t_1\right)^2}{\cos^2\beta\cdot g\cos\beta} = \frac{g\left(\frac{T}{2}-t_1\right)^2}{\cos^3\beta}}$$

$$= \frac{g\left(\frac{T}{2}-t_1\right)}{\sin\beta} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{a_\perp} = \frac{g^2\left(\frac{T}{2}-t_1\right)^2}{\sin^2\beta\cdot g\cos\beta} = \frac{g\left(\frac{T}{2}-t_1\right)^2}{\cos\beta\sin^2\beta} = \frac{10\cdot\frac{1}{4}}{\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{1}{4}} =$$

$$= \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

Ответ: $T = 3$ с; $H = 11,25$ м; $R = \frac{20}{\sqrt{3}}$ м

$T = \frac{t_1+t_2}{\cancel{2}}$; $H = \frac{gT^2}{8}$; $R = \frac{g\left(\frac{T}{2}-t_1\right)^2}{\cos\beta\sin^2\beta}$

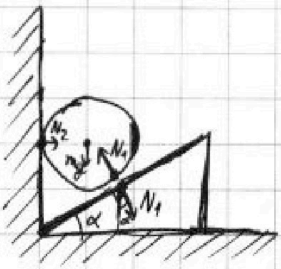
№3

Дано:

$\alpha = 30^\circ$

$m = 1$ кг

$g = 10$ м/с^2



Найти:

$F = ?$

$h, a, \alpha, a_{max} = ?$ $H = 0{,}8$ м

Решение:

На клин со стороны шара действует сила N_1. Только она имеет горизонтальную составляющую помимо F (N_1 под углом α к вертикали).

$F = N_1 \sin\alpha$.

Шар находится в равновесии => по вертикали силы скомпенсированы:

$$N_1 \cos\alpha = mg \Rightarrow N_1 = \frac{mg}{\cos\alpha} \Rightarrow F = mg\, tg\alpha = \frac{10}{\sqrt{3}} H$$

Пусть ускорение шара равно a_0. Запишем уравнения сил:

$$\begin{cases} ma_0 = mg - N_1\cos\alpha \\ ma = N_1 \sin\alpha. \end{cases}$$

Нужно ещё 1 уравнение.

Заметим, что шар касается ~~повер~~ наклонной поверхности клина => ~~Радиу~~ Радиус шара перпендикулярен ей => Шар касается одной и той же точкой.

Пусть шар опустился на ΔH, ~~тогда~~ а клин высехал вперёд на расстояние L. Тогда расстояние между точками соприкосновения в эти два момента равны L и ΔH по горизонтали и вертикали соответственно, а значит, $tg\alpha = \frac{\Delta H}{L}$.

Будем сравнива-вать начальный момент с каждым. Тогда $tg\alpha = \dfrac{\frac{a_0 t^2}{2}}{\frac{a_n t^2}{2}} = \dfrac{a_0}{a_n}$

$N_1 = \frac{ma}{\sin\alpha}$, $\cancel{ma_0 = mg - ma\,tg\alpha}$ $ma_0 = mg - N_1\cos\alpha =$

$= \cancel{mg - ma\,ctg\alpha}\ mg - ma\,ctg\alpha$

$a_0 = a\,tg\alpha = g - a\,ctg\alpha \Rightarrow a\left(tg\alpha + \frac{1}{tg\alpha}\right) = g \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{g\,tg\alpha}{tg^2\alpha+1} \Rightarrow a_0 = \frac{g\,tg^2\alpha}{tg^2\alpha+1}$ $\left(a = \frac{10\cdot\frac{1}{\sqrt{3}}}{\frac{4}{3}} = \cancel{7{,}5}\ \frac{5\sqrt{3}}{2}\ м/с^2\right)$

$H = a_0\frac{t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_0}} \Rightarrow v$ в момент ~~удара~~ упругого равна $v = a_0\sqrt{\frac{2H}{a_0}} = \sqrt{2a_0H} = \sqrt{2\cdot\frac{g\,tg^2\alpha}{tg^2\alpha+1}\cdot H}$

$\cancel{mv_0}$ $\frac{mv^2}{2} = mgh$, где m – масса шара $\Big|\cdot\frac{2}{m}$

$v^2 = 2gh$, $v^2 = \frac{2gH\,tg^2\alpha}{tg^2\alpha+1} \Rightarrow h = H\cdot\frac{tg^2\alpha}{tg^2\alpha+1} = 0{,}8\cdot\frac{\frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} = 0{,}2$ м

$a = \frac{g\,tg\alpha}{tg^2\alpha+1}$, максимизируем это значение. Для этого нужно минимизировать $tg\alpha + \frac{1}{tg\alpha}$. ~~Тогда ($tg^2\alpha$ +~~ Пусть $x = tg\alpha$. Тогда минимизируем $x + \frac{1}{x}$.

$\left(x+\frac{1}{x}\right)' = (x^1 + x^{-1})' = 1 + (-x^{-2}) = 0 \Rightarrow x^2 = 1 \Rightarrow tg^2\alpha = 1$. Значит, ~~Поск~~ поскольку $\alpha < 90°$, $\alpha = 45°$. Значит, $a_{max} = \frac{g\cdot 1}{1+1} = \frac{g}{2} = 5\ м/с^2$

Ответ: $F = mg\,tg\alpha = \frac{10}{\sqrt{3}}$ Н; ~~$h = 0{,}2$ м; $a = \frac{g\,tg\alpha}{tg^2\alpha+1}$~~

$h = H\cdot\frac{tg^2\alpha}{tg^2\alpha+1} = 0{,}2$ м; $a = \frac{g\,tg\alpha}{tg^2\alpha+1} = \frac{5\sqrt{3}}{2}\ м/с^2$; $\alpha = 45°$;

$a_{max} = \frac{g}{2} = 5\ м/с^2$

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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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!

№4

Дано:

$t_1 = 35°C$, $t_2 = 42°C$, $L = 5$ см $= 50$ мм

$m = 2$ г

$t_{100} = 100°C$; $\beta = 1{,}018$; $t_0 = 0°C$

$\rho(t_0) \equiv \rho = 13{,}6$ г/см^3

Найти:

$V(t) = ?$

$\Delta V = ?$

$S = ?$

Решение:

~~$\beta =$~~ $V = V_0 + \alpha t$, где V_0 – объём ртути при t_0, α – некоторый коэффициент, а t – температура. В условии сказано, что $\frac{V(t_{100})}{V(t_0)} = \beta$, а значит,

$$\frac{V_0 + \alpha t_{100}}{V_0 + \alpha t_0} = \beta \Rightarrow V_0 + \alpha t_{100} = \beta V_0 + \alpha \beta t_0 \Rightarrow \alpha(t_{100} - \beta t_0) = (\beta - 1) V_0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ ~~$V_0 =$~~ $\alpha = \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} V_0$. V_0 можно вычислить как $V_0 = \frac{m}{\rho} =$

$$= \frac{20}{136} \text{ см}^3 = \frac{5}{34} \text{ см}^3 \Rightarrow \alpha = \frac{0{,}018}{100} \cdot \frac{5}{34} \frac{\text{см}^3}{°C} = \frac{0{,}09}{3400} \frac{\text{см}^3}{°C} = \frac{90}{3400} \frac{\text{мм}^3}{°C} =$$

$$= \frac{9}{340} \frac{\text{мм}^3}{°C}, \quad V_0 = \frac{5}{34} \text{ см}^3 = \frac{5000}{34} \text{ мм}^3 = \frac{2500}{17} \text{ мм}^3$$

Тогда $V(t) = \frac{2500}{17} \text{ мм}^3 + \frac{9}{340} \frac{\text{мм}^3}{°C} \cdot t = \frac{m}{\rho} + \frac{(\beta - 1) m}{(t_{100} - \beta t_0)\rho} t$

$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = V_0 + \alpha t_2 - V_0 - \alpha t_1 = \alpha (t_2 - t_1) =$$

$$= \frac{(\beta - 1) m}{\rho} \cdot \frac{t_2 - t_1}{t_{100} - \beta t_0} = \frac{0{,}018 \cdot 2 \text{ г}}{13{,}6 \text{ г/см}^3} \cdot \frac{7°C}{100°C} = \frac{0{,}018 \cdot 2 \cdot 7}{1360} \text{ см}^3 = \frac{18 \cdot 2 \cdot 7}{1360} \text{ мм}^3$$

$$= \frac{63}{340} \text{ мм}^3$$

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!

Заметим, что это изменение объёма соответствует расстоянию между отметками, умноженному на поперечное сечение, т.е. $\Delta V = SL \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{63}{340 \cdot 50}$ мм^2 $= \frac{63}{17000}$ мм^2

Ответ: $V(t) = \frac{m}{\rho} + \frac{(\beta-1)m}{(t_{100}-\beta t_0)\rho} t$; $\Delta V = \frac{(\beta-1)m}{\rho} \cdot \frac{t_2-t_1}{t_{100}-\beta t_0} = \frac{63}{340}$ мм^3, $S = \cancel{\frac{63}{17000}\text{ мм}^2}\ \frac{(\beta-1)m}{\rho L} \cdot \frac{t_2-t_1}{t_{100}-\beta t_0} = \frac{63}{17000}$ 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 ☐

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

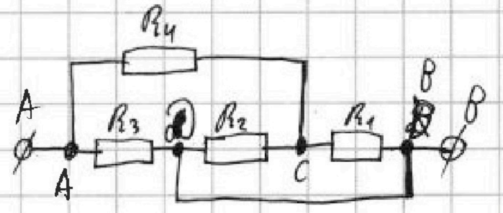
Дано:

$R_1 = 5$ ом

$R_2 = 20$ ом

$R_3 = 10$ ом

$R_4 = 6$ ом

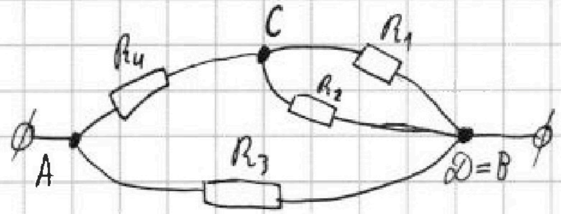


Найти: $R_{экв} = ?$

$P, P_{min} = ?$ $U = 10$ В

Решение:

Пусть $\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C, \varphi_D$ — потенциалы точек A, B, C, D соответственно. Заметим, что $\varphi_D = \varphi_B$, т.к. они замкнуты проводом (идеальным). Нарисуем эквивалентную схему:



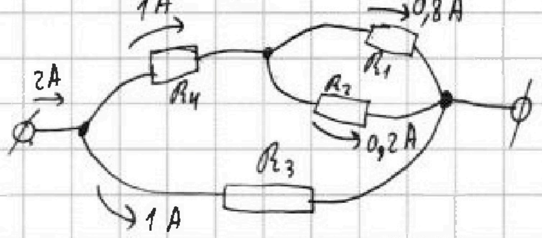
Тогда по формулам параллельных и последовательных соединений,

$$R_{экв} = \frac{R_3\left(R_4 + \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\right)}{R_3 + R_4 + \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}} =$$

$$= \frac{10\cdot\left(6 + \frac{5\cdot20}{25}\right)}{10+6+\frac{5\cdot20}{25}} = \frac{10(6+4)}{10+6+4} = \frac{10\cdot10}{10+10} = 5 \text{ ом}$$

Через всю цепь течёт ток $I_0 = \frac{U}{R_{экв}} = 2$ А

Ток при параллельном соединении разделяется обратно пропорционально сопротивлениям. Укажем токи в цепи:



~~Тогда пусть~~

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
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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 пусть P_1, P_2, P_3, P_4 — мощности, рассеивающиеся на резисторах R_1, R_2, R_3, R_4 соответственно.

$P_i = I_i^2 R_i \Rightarrow P_1 = 0{,}8^2 \cdot 5 = 3{,}2$ Вт; $P_2 = 0{,}2^2 \cdot 20 = 0{,}8$ Вт; $P_3 = 1^2 \cdot 10 = 10$ Вт; $P_4 = 1^2 \cdot 6 = 6$ Вт. Значит, $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 20$ Вт; а $P_{MIN} = \min(P_1; P_2; P_3; P_4) = P_2 = 0{,}8$ Вт

Ответ: $R_{экв} = 5$ Ом; $P = 20$ Вт; на 2-ом резисторе; $P_2 = P_{MIN} = 0{,}8$ 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!

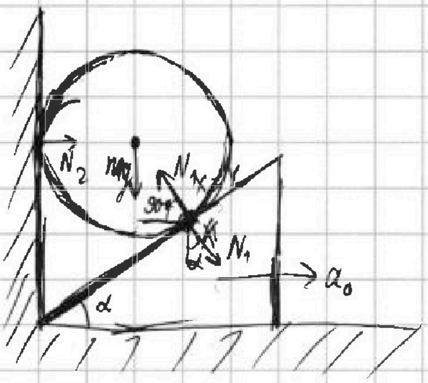
~~48384~~	2
~~24192~~	2
~~12096~~	2
~~6048~~	2
~~3024~~	2
~~1512~~	2
~~756~~	2
~~378~~	2
~~189~~	3
~~63~~	3

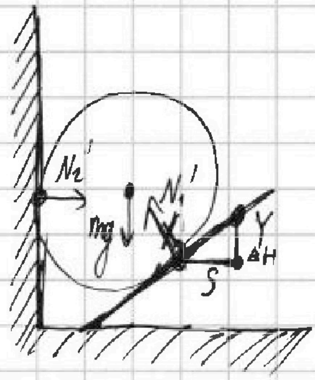
320 | 24; 24; 80

960 | 32; 96 | 30; 0

$48 \times 30 = 1440$

1360 | 4; 12 | 340; 16; 16; 0





$$ma_0 = N_1\cos(90-\alpha) = N_1\sin\alpha \Rightarrow N_1 = \frac{ma_0}{\sin\alpha}$$

$$\frac{\Delta H}{S} = tg\alpha \qquad \frac{v_ш}{v_к} = tg\alpha = \frac{a_1 \cancel{t^2}}{a_0 \cancel{t^2}} \Rightarrow a_1 = a_0 tg\alpha$$

$$ma_1 = mg - N_1\cos\alpha =$$

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 __ 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!