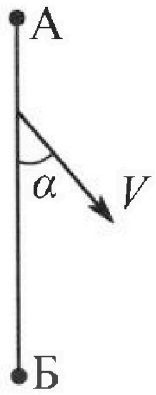
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту А → Б → А в безветренную погоду составляет T_0=200 с. Расстояние АБ равно S=2 км.



1.Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

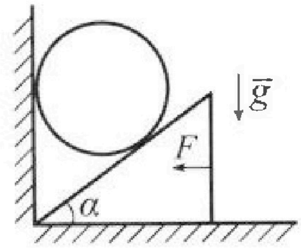
Допустим, что в течени е всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 15$ м/с под углом α к прямой АБ (см. рис.), $\sin\alpha = 0{,}8$.

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 минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} полета по маршруту А → Б → А.

2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 0{,}5$ с и $t_2 = 1{,}5$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол $2\beta = 90^0$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

1. Найдите продолжительность T полета от старта до подъема на максимальную высоту.
2. Найдите дальность L полета от старта до падения на площадку.
3. Найдите радиус R кривизны траектории в малой окрестности высшей точки.

3. Клин с углом α при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис). На наклонной плоскости клина покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны m=0,4 кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.



Систему удерживают в покое горизонтальной силой $F = \sqrt{3}mg$.

1. Найдите угол α, который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.

Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно h=0,15 м.

2. Найдите перемещение H шара до соударения.
3. Найдите силу N_1, с которой вертикальная стенка действует на шар в процессе разгона клина.
4. При каком значении угла α сила N_1 максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину N_{MAX} этой силы.

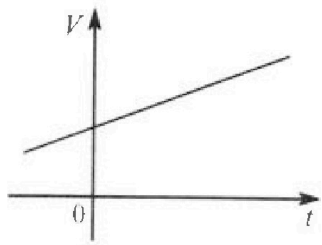
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Для контроля температуры воды в лечебной ванне используют спиртовой термометр. На шкале такого термометра расстояние между отметками $t_0 = 0°\text{C}$ и $t_{100} = 100°\text{C}$ равно L=100 мм. В термометре находится m=0,04 г спирта.

Экспериментальн о установлено, что с ростом температуры объем спирта увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V спирта от температуры t, измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100°\text{C}$ объем спирта в $\beta = 1{,}12$ раза больше объема спирта при $t_0 = 0°\text{C}$. Плотность спирта при температуре $t_0 = 0°\text{C}$ считайте равной $\rho = 0{,}8$ г/см^3. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.



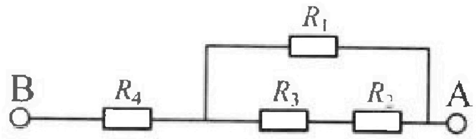
1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ спирта от температуры t, измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m, ρ, β, t_0, t_{100},t.

Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50°\text{C}$.

2. Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50°\text{C}$ до $t_2 = 40°\text{C}$. 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 $R_1 = 1{,}2r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 4r$, $R_4 = r$, здесь $r = 5$ Ом.

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



Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока $I = 4$ А.

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

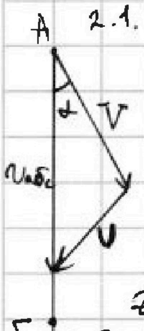
1. Пройденный путь: $2S$, время T_0. Тогда:

$$U \cdot T_0 = 2S$$

$$U = \frac{2S}{T_0} = \frac{2 \cdot 2\text{км}}{200\text{с}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{м}}{200\text{с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Закон сложения скоростей:

2.1. $\vec{V}_{абс} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер}$; $\vec{V}_{отн} = \vec{U}$ $\quad V_{пер} = \vec{V}$



2.2. чтобы маршрут был $A \to B$, $V_{абс}$ должна быть направлена из A к B. Тогда ~~сост~~ представляю $\vec{V}_{абс} = \vec{U} + \vec{V}$ в виде векторного треугольника.

2.3. По теореме косинусов: $U^2 = V^2 + V_{абс}^2 - 2V \cdot V_{абс} \cos\alpha$

Основное тригонометрическое тождество

~~$V_{аб}$~~ 2.4. $\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1 \Rightarrow \cos^2\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - 0{,}8^2} = \sqrt{0{,}36} = 0{,}6$

2.5 $V_{абс}^2 - 2V V_{абс} \cdot \cos\alpha + V^2 - U^2 = 0$

$$D = 4 V^2 \cos^2\alpha - 4 \cdot (V^2 - U^2) = 4 \cdot 15^2 \cdot 0{,}36 - 4 \cdot (15^2 - 20^2) =$$

$$= 4 \cdot 15^2 (0{,}36 - 1) + 4 \cdot 20^2 = 1600 - \frac{64 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 15}{100} = 1600 - 64 \cdot 9 = 1600 - 576 = 1024$$

$$V_{абс} = \frac{2V\cos\alpha \pm \sqrt{1024}}{2} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 0{,}6 \pm 32}{2} = \frac{18 \pm 32}{2}$$

$V_{абс} > 0$, поэтому отбрасываю 1 корень

$$V_{абс} = \frac{18 + 32}{2} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2.6. $T_1 \cdot V_{абс} = S$

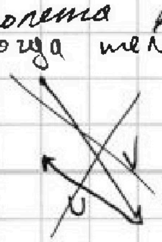
$$T_1 = \frac{S}{V_{абс}} = \frac{2 \cdot 10^3 \text{м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10}{25} = 80\text{с}$$

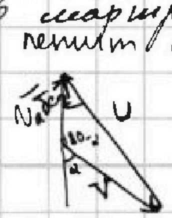
~~3.1 $t = \frac{S}{V_{абс}}$ если t_{min} то $V_{абс\,max}$.~~

~~$$V_{абс} = \frac{2V\cos\alpha \pm \sqrt{4V^2\cos^2\alpha - 4(V^2 - U^2)}}{2}$$~~

~~Видно, что $V_{абс}$ max при $\cos\alpha_{max}$. $\cos\alpha_{max} = 1 \Rightarrow \alpha = 0$. То есть, если $\alpha = 0$ то $V_{абс}$ максимальна, а значит t минимально, где t - время полета по маршруту $A \to B$~~

когда тело летит из $B \to A$





По теореме косинусов

$$U^2 = V_{абс_2}^2 + V^2 - 2 V_{абс_2} V \cos(180 - \alpha)$$

$$V_{абс_2}^2 + 2 V_{абс_2} V \cos\alpha + V^2 - U^2 = 0$$

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!

$D = 4V^2\cos^2\alpha - 4\cdot(V^2-U^2) = 1024$

$V_{абс_2} = \frac{-2V\cos\alpha \pm \sqrt{4V^2\cos^2\alpha - 4(V^2-U^2)}}{2}$ не подходит, отбрасываю

t_0 - время полета $A \to B \to A$.

$t_0 = \frac{S}{V_{абс_1}} + \frac{S}{V_{абс_2}} = S\left(\frac{2}{2V\cos\alpha \pm \sqrt{4V^2\cos^2\alpha - 4(V^2-U^2)}} + \frac{2}{-2V\cos\alpha \pm \sqrt{4V^2\cos^2\alpha - 4(V^2-U^2)}}\right)$

~~Видно, что t_0 min при максимальных знаменателях~~

$t_0 = 2S\left(\frac{-2V\cos\alpha + \sqrt{4V^2\cos^2\alpha - 4(V^2-U^2)} + 2V\cos\alpha + \sqrt{4V^2\cos^2\alpha - 4(V^2-U^2)}}{(4V^2\cos^2\alpha - 4(V^2-U^2)) - 4V^2\cos^2\alpha}\right)$

$t_0 = 2S\left(\frac{2\sqrt{4V^2\cos^2\alpha - 4V^2 + 4U^2}}{-4(V^2-U^2)}\right)$. Видно что t_0 мин когда корень минимален, т.е ~~но~~ и подкоренное выражение мин. Тогда $4V^2\cos^2\alpha = 0 \Rightarrow \cos^2\alpha = 0 \Leftrightarrow \alpha = 90$.

При $\alpha = 90^\circ$ время полета по маршруту $A \to B \to A$ минимально. Причем $4(U^2-V^2) > 0$ подкоренное оставшееся выраж. Значит такое возможно

Тогда $T_{min} = 2S\left(\frac{2\sqrt{4(U^2-V^2)}}{-4(U^2+V^2)}\right) = 2\cdot 2000\left(\frac{2\sqrt{4(20^2-15^2)}}{-4(20^2+15^2)}\right) =$

$= \frac{2\cdot 200\sqrt{175}}{175} = \frac{16}{7}\sqrt{175} = \frac{16}{7}\cdot 5\sqrt{7} = \frac{80\sqrt{7}}{7}$

Ответ: 1. $U = 20\ \frac{м}{с}$ 2. $T_1 = 80$ с 3. $\alpha = 90^\circ$ 4. $T_{min} = \frac{80\sqrt{7}}{7}$

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

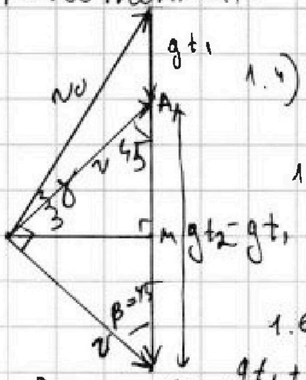
СТРАНИЦА 1 ИЗ 1

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!

1.1) $\vec{V_0} + \vec{g}t_1 = \vec{V}$ V – модуль скорости мяча через t_1 и t_2

1.2) $\vec{V_0} + \vec{g}t_2 = \vec{V}$

1.3) Представлено это в виде векторных треугольников, наложенных друг на друга.



1.4) В Δ $\vec{V} + \vec{g}(t_2 - t_1) = \vec{V}$ ~~все~~ углы по 45 т.к. он ~~пере~~ прямоугольный и равнобедренный.

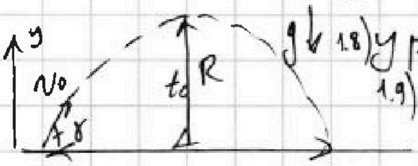
1.5) По теореме Пифагора

$2V^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$

$V = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} = \frac{10\frac{м}{с^2}(1,5с - 1с)}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \frac{м}{с}$

1.6) $AM = \frac{1}{2}g(t_2 - t_1)$ (т.к. треуг. равнобедренный)

1.7) $\sin\gamma = \frac{gt_1 + \frac{g(t_2 - t_1)}{2}}{V_0} = \frac{0,5gt_1 + 0,5gt_2}{V_0} = \frac{g(t_1 + t_2)}{2V_0}$



1.8) уравн. движ.: ($t_0 = T$!)

1.9) oy: $V_0 \sin\alpha\, t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = 0$

$V_0 \sin\alpha = \frac{g t_0}{2}$

$\cancel{V_0} \cdot \frac{g(t_1 + t_2)}{2\cancel{V_0}} = \frac{g t_0}{2}$

$T = t_0 = t_1 + t_2 = 2с.$

2.1) ox: $V_0 \cos\gamma\, T = L$

2.2) $V_0 \cos\gamma = V \cos\beta$ (проекция скорости на ox не меняется)

2.3) $L = V\cos\beta\, T = L = \frac{10}{\sqrt{2}}\frac{м}{с} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2с = 10м$

~~В высшей точке~~

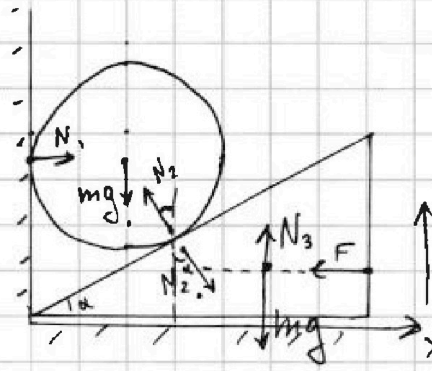
Ответ: 1. $T = 2с$ 2. $L = 10м$

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!



1.1) N_1, N_2, N_3 – силы реакции опоры

II з-н Ньютона:

1.1) для шара: $\vec{N_1} + \vec{N_2} + \vec{mg} = 0$

$oy: -mg + N_2\cos\alpha = 0$

$mg = N_2\cos\alpha$

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

1.2) для клина $\bar{N_3} + \bar{mg} + \bar{F} + \bar{N_2} = 0$

ox: ~~$N_2\sin\alpha = F$~~

$N_2\sin\alpha - F = 0$

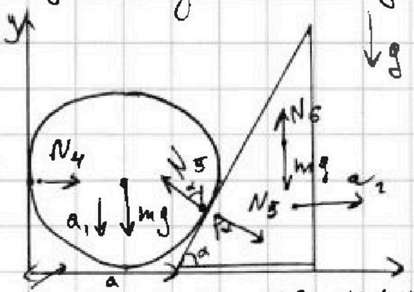
~~$N_2 = F\sin\alpha$~~

3) ~~$\frac{mg}{\cos\alpha} = F\sin\alpha$~~

$N_2\sin\alpha = F$

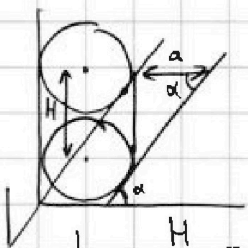
1.3) $\frac{mg}{\cos\alpha}\sin\alpha = F$

$tg\,\alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3}\,mg}{mg} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60°$



ещё не приземлился на почти.

2.1)



← картина до и после если a – перемещение (до удара шара) клина.
H – перемещение шара до его удара

2.2) $\sqrt{3} = tg\,\alpha = \frac{H}{a} = \frac{\frac{a_1 t^2}{2}}{\frac{a_2 t^2}{2}} = \frac{a_1}{a_2}$ > ускорение шара и клина соответственно

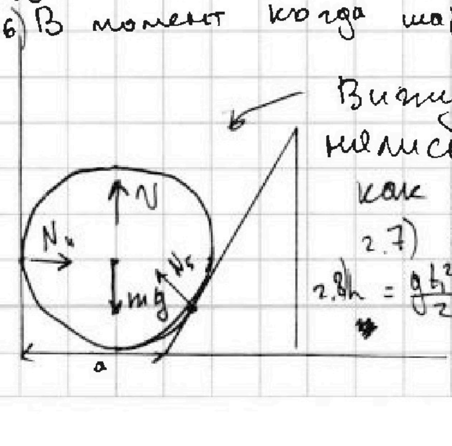
2.3) II з-н Ньютона

для шара на $oy: -a_1 m = -mg + N_5\cos\alpha \Rightarrow a_1 m = mg - N_5\cos\alpha$

2.4) для шара на ox: $0 = N_4 - N_5\sin\alpha \Rightarrow N_4 = N_5\sin\alpha$

2.5) для клина на ox: $a_2 \cdot m = N_5\sin\alpha$

2.6) В момент когда шар отскакивает:



Вижу, что горизонтальные силы не поменялись ⇒ тело полетит вверх, так как есть v с ускорением ~~g~~ g в время t_1

2.7) $v = g t_1$

2.8) $h = \frac{g t_1^2}{2}$ (конечная скорость – ноль)

$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

2.9) $v = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh}$

2.10) А также:

~~но в то же время~~ $v = a_1 \cdot t_2$ $\quad H = \frac{a_1 t_2^2}{2}$

2.11) $H = \frac{a_1}{2} \cdot \frac{v^2}{a_1^2} = \frac{v}{2a_1}$

2.12) $N_5 = \frac{a_2 m}{\sin\alpha}$ (из 2.5)

2.13) $a_1 m = mg - \cos\alpha \frac{a_2 m}{\sin\alpha} = mg - \frac{a_2 m}{tg\alpha}$ (из 2.3)

2.14) $a_2 = \frac{a_1}{\sqrt{3}} = \frac{a_1}{tg\alpha}$ (из 2.2)

2.15) $a_1 m = mg - \frac{a_1 m}{\sqrt{3}\, tg\alpha} = mg - \frac{a_1 m}{tg^2\alpha}$

$a_1\left(m + \frac{m}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{3}}\right) = mg$

$a_1 m\left(1 + \frac{1}{3}\right) = mg$

$\frac{4}{3} a_1 = g$

$a_1 = \frac{3g}{4}$

2.16) $H = \frac{v \cancel{4}^2}{\cancel{2} \cdot 3g} = \frac{2 \cdot v}{3 \cdot g} = \frac{2\sqrt{2gh}}{3g} = \frac{2\sqrt{2\cdot 10\cdot 0{,}15}}{3\cdot 10} = \frac{2\sqrt{3}}{3\cdot 10} =$

$= \frac{\sqrt{3}}{3\cdot 5} = \frac{\sqrt{3}}{15}$ м

3.1) $N_1 = N_4$

3.2) из 2.4:

$N_1 = N_5 \sin\alpha = \frac{a_2 m}{\sin\alpha}\sin\alpha = a_2 \cdot m = \frac{a_1}{\sqrt{3}} \cdot m = \frac{3g}{4\sqrt{3}} \cdot m = \frac{0{,}4\text{ кг}\cdot 10\frac{м}{с^2}\cdot 3}{\sqrt{3}\cdot 4} =$

$= \frac{\cancel{4}\cdot\cancel{10}\cdot 3}{\sqrt{3}\cdot\cancel{4}\cdot\cancel{10}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}\cdot 3}{3} = \sqrt{3}$ Н

4.1) ~~тг~~ (выражаю N_1 через α без подстовления $tg\alpha = \sqrt{3}$, как я это делала ранее)

$a_1 m\left(1 + \frac{1}{tg^2\alpha}\right) = mg \Rightarrow a_1 = \frac{g}{1 + \frac{1}{tg^2\alpha}}$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

$$a_1 = \frac{g\ tg^2\alpha}{tg^2\alpha+1}$$

$$N_1 = N_5 \sin\alpha = \frac{a_1 m}{\sin\alpha}\sin\alpha = \frac{a_1}{tg\alpha} m = \frac{g\ tg^2\alpha}{(tg^2\alpha+1)\,tg\alpha} m =$$

$$= \frac{mg\ tg\alpha}{tg^2\alpha+1} = \frac{mg\ \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}}{\frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha}+1} = \frac{mg\ \sin\alpha}{\cos\alpha\frac{(\sin^2\alpha+\cos^2\alpha)}{\cos^2\alpha}} = \frac{mg\ \sin\alpha\cos^2\alpha}{\cos\alpha(\sin^2\alpha+\cos^2\alpha)}$$

$$= mg\sin\alpha\cos\alpha = \frac{2}{2}mg\sin\alpha\cos\alpha = \frac{mg}{2}\sin 2\alpha$$

N_1 max при $\sin 2\alpha$ max $= 1$ $\Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

$$N_{MAX} = \frac{mg}{2} = \frac{0{,}4\text{кг}\cdot 10\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} = 2\ \text{Н}$$

Ответ: 1. $\alpha = 60^\circ$ $(tg\alpha = \sqrt{3})$ 2. $H = \frac{\sqrt{3}}{15}$ м 3. $N_1 = \sqrt{3}$ Н

4. $\alpha = 45^\circ$ 5. $N_{max} = 2$ Н

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!

1.1) начальный объем спирта V_0, из графика понятно, что при $t = 0°C$ $V = V_0$.

1.2) Тогда:

$$V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{0{,}04\,г}{0{,}8\,\frac{г}{см^3}} = \frac{4}{80} = \frac{1}{20} = \frac{5}{100} = 0{,}05\,см^3$$

1.3) Так как $V(\Delta T)$ линейная, она имеет вид:

$$\cancel{V(\Delta T) = V_0(1+\alpha\Delta T)}$$

~~При $t_{100} = 100°C$:~~

$$\cancel{1{,}2V_0 = V_0(1+\alpha(t_{100}-t_0))}$$

$$\cancel{V(\Delta T) = V_0 + \alpha\Delta T}$$

1.4) При $t_{100} = 100°C$

$$\cancel{1{,}2V_0 = V_0 + \alpha(t_{100}-t_0)}$$

$$\alpha = \cancel{\frac{0{,}2V_0}{t_{100}-t_0} = \frac{0{,}2\cdot 0{,}05\,см^3}{100°C}} = \frac{2\cdot 5}{100\cdot 10\cdot 100} = \frac{1}{10^4} = 10^{-4}\,\frac{см^3}{°C}$$

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

$$\Downarrow$$

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

1.5) Тогда зависимость $V(t)$

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

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

2.1) При $t_1 = 50°C$

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

2.2) При $t_2 = 40°C$

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

2.3)

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

$$\Delta V = \frac{0{,}04\,г}{0{,}8\,\frac{г}{см^3}}\cdot\frac{(1{,}12-1)}{(100°C-0°C)}(50°C-40°C) = \frac{5}{100}\cdot\frac{12}{100\cdot 100}\cdot\cancel{10} = \frac{60}{100000} = \frac{6}{10000}$$

$$= 6\cdot 10^{-4}\,см^3 = 6\cdot 10^{-4}\cdot 10^3\,мм^3 = 0{,}6\,мм^3$$

При t_{100} $\frac{\Delta V_1}{S} = L$

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!

$$\Delta V_1 = \frac{m(\beta-1)}{\rho(t_{100}-t_0)}(t_{100}-t_0) = \cancel{\frac{\rho}{}+}\frac{(\beta-1)\cdot m}{\rho} = \frac{0{,}04г \;\; 0{,}12}{0{,}8\frac{г}{см^3}}$$

$$S = \frac{\Delta V_1}{L} = \frac{0{,}04г\cdot 0{,}12}{0{,}8\frac{г}{см^3}\cdot 10см} = \frac{5\cdot 12}{100\cdot 100\cdot 10} = \frac{60}{100000} = 6\cdot 10^{-4}\,см^2 = 6\cdot 10^{-2}\,мм^2$$

$$= 0{,}06\,мм^2$$

Ответ: 1. $\cancel{V(t) = \frac{m}{\rho}\left(1 + \frac{(\beta-1)(t_1-t_0)}{}\right.}$ $V(t) = \frac{m}{\rho}\left(1 + \frac{(\beta-1)(t-t_0)}{t_{100}-t_0}\right)$

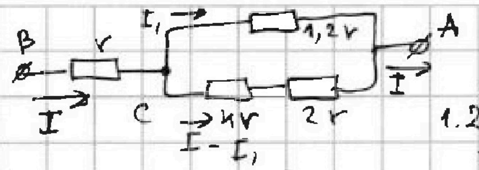
2. $\Delta V = \frac{m(\beta-1)(t_1-t_2)}{\rho\cdot(t_{100}-t_0)} = 0{,}6\,мм^3$ 3. $S = 0{,}06\,мм^2$

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 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!



1.1) $R_{эквCA} = \frac{1,2r+6r}{1,2r\cdot 6r} = \frac{7,2r}{7,2r} = r$

1.2) $R_{экв} = r + R_{эквCA} = 2r = 2\cdot 5$ Ом $= 10$ Ом

2.1) $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$ (P_1; P_2; P_3; P_4 – мощности, рассеивающиеся ~~на~~ во каждом резисторе)

2.2) $\varphi_C - \varphi_A = I_1 \cdot 1,2r = (I - I_1)\cdot 6r$

$1,2 I_1 = 6I - 6I_1$

$6I = 7,2 I_1$

$I_1 = \frac{6}{7,2} I = \frac{60}{72} I = \frac{10}{12} I = \frac{5}{6} I$

2.3) $P = I^2 r + \left(\frac{5}{6}I\right)^2 \cdot 1,2r + \left(I - \frac{5}{6}I\right)^2 \cdot 6r = I^2\left(r + \frac{25}{36}\cdot 1,2r + \frac{1}{36}\cdot 6r\right) =$

$= I^2\left(1 + \frac{25\cdot 12}{10\cdot 36} + \frac{1}{6}\right)r = I^2 r\left(1 + \frac{5}{6} + \frac{1}{6}\right) = 2I^2 r = 2\cdot(4\,A)^2\cdot 5$ Ом $=$

$= 160$ Вт

3.1) На первом: $P_1 = 1,2r\cdot\left(\frac{5}{6}I\right)^2 = \frac{5}{6}I^2 r = \frac{15}{18}I^2 r$

На второром: $P_2 = 2r\cdot\left(\frac{1}{6}I\right)^2 = \frac{2}{36}I^2 r = \frac{1}{18}I^2 r$

На третьем: $P_3 = 4r\cdot\left(\frac{1}{6}\right)^2 I^2 = \frac{4}{36}I^2 r = \frac{1}{9}I^2 r = \frac{2}{18}I^2 r$

На четвертом: $P_4 = I^2\cdot r$

~~Полу~~ Сравниваю и получаю, что на третьем резисторе рассеивается наименьшая мощность $P_{min} = \frac{1}{18}I^2 r = \cancel{\frac{16\,A^2\cdot 5\,Ом}{18}} = \cancel{\frac{10}{9}\,Вт} = 5\,Ом\cdot\frac{1}{18}\cdot 16\,A^2 = \frac{40}{9}$ Вт

Ответ: 1. $R_{экв} = 10$ Ом 2. $P = 160$ Вт 3. $P_{min} = \frac{40}{9}$ 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!

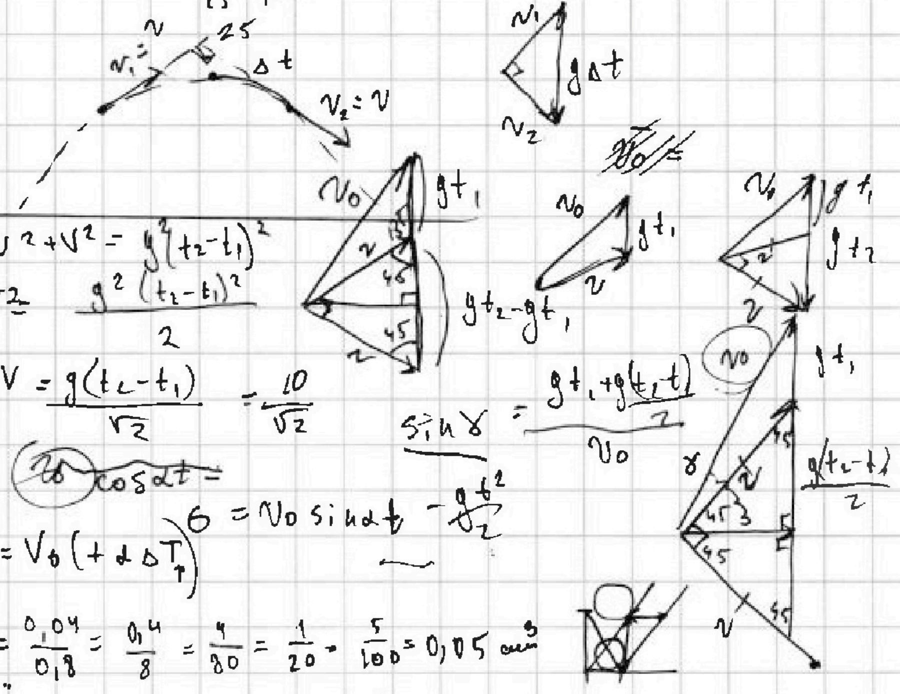
$64 \cdot 9 = 576$ $\quad 1024 = 100 \cdot 10 \cdot 24$ $\quad 24 \cdot 24 = 576$ $\quad 27 \cdot 27$ $\quad 36 \cdot 36$ $\quad 34 \cdot 34$ $\quad 33 \cdot 33 = 1089$ $\quad 32 \cdot 32 = 1024$

$15 \cdot 1{,}2 = 18{,}0$ $\quad 2 \cdot 0{,}6 = 1{,}2$ $\quad 15 \cdot 15 = 225$

$a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$

$\cos 45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ $\quad 0{,}5$

$400 - 225 = 175$



$v^2 + v^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$

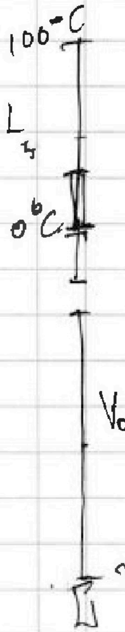
$v^2 = \frac{g^2(t_2-t_1)^2}{2}$

$v = \frac{g(t_2-t_1)}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}}$

$\sin\gamma = \frac{gt_1 + \frac{g(t_2-t_1)}{2}}{v_0}$

$v_0 \cos\alpha t =$

$6 = v_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$



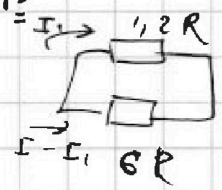
$V = V_0(1 + \alpha\Delta T_p)$

$V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{0{,}04}{0{,}8} = \frac{0{,}4}{8} = \frac{4}{80} = \frac{1}{20} = \frac{5}{100} = 0{,}05$ см^3

$1{,}2V_0 = V_0(1 + \alpha\Delta T_p)$

$0{,}2V_0 = \alpha\Delta T$

$\alpha = \frac{0{,}2 \cdot 0{,}05}{100}$



$1{,}2 I_1 = 6(I - I_1)$

$1{,}2I = 6I - 6I_1$

$6I_1 = 4{,}8I$

$I_1 = \frac{4{,}8}{6}I = \frac{48}{60}I$

$\frac{4}{5}$ $\quad \frac{8}{10}$ $\quad 0{,}8$

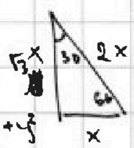
$3{,}6 \cdot 2 = 7{,}2$ $\quad 12 \cdot 6 = 72$ $\quad \frac{36 \cdot 2}{10}$ $\quad 12 \cdot 12 = 144$ $\quad 144 \cdot 8 = 115{,}2$

$P = 2Ir^2$

$P = Ir^2 + 0{,}2I(6R)^2 + 0{,}8I \cdot (1{,}2R)^2 =$

$= 7{,}2 + 1 + 115{,}2$

$P = U \cdot I$ $\quad UI$ $\quad IR$



$4x^2 = x^2 + y^2$

$y = \sqrt{3}x$

$\operatorname{tg} 30 = \frac{x}{\sqrt{3}x} = \frac{1}{\sqrt{3}}$