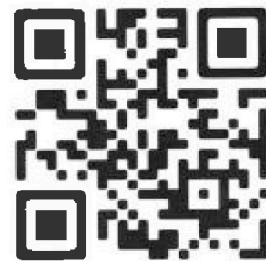




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-01

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

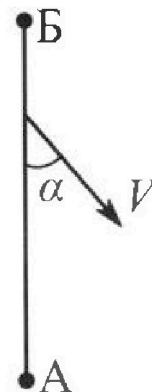


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B$  в безветренную погоду составляет  $T_0=400$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=9,6$  км.

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

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

2. Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту  $A \rightarrow B$  в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
3. При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  максимальная? Движение аппарата прямолинейное.
4. Найдите максимальную продолжительность  $T_{MAX}$  полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$ . Движение аппарата прямолинейное.

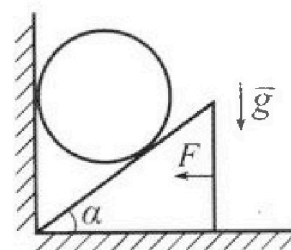


2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 1$  с и  $t_2 = 2$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол  $2\beta = 60^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до падения на площадку.
2. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в момент времени  $t_1 = 1$  с.

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

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



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

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



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

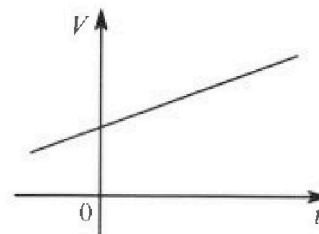
## Вариант 09-01



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем ртути в  $\beta = 1,018$  раза больше объема ртути при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Плотность ртути при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  считайте равной  $\rho = 13,6$  г/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

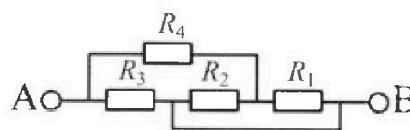


1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ ,  $t_0$ ,  $t_{100}$ ,  $t$ .
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 10$  Ом,  $R_4 = 6$  Ом.

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

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



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



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!

Найдем скорость аппарата в субвиртуальную погоду  $u$ :

$$u = \frac{S}{T_0} = \frac{9,6 \text{ км}}{400 \text{ с}} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \frac{96 \text{ м}}{4 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Найдем скорость аппарата в описанных условиях  $u'$ :



Найдем эту скорость с помощью теоремы косинусов:

$$u'^2 = v^2 + u^2 - 2vu \cos \beta$$

$$u'^2 - u'^2 + 2v u \cos \beta + v^2 - u^2 = 0$$

Из рис. видно, что  $\beta = 180^\circ - \alpha$ , тогда  $\cos \beta = -\cos \alpha$ , а из тригонометрического тождества можем вывести  $\cos \alpha$ :

$$1 = \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha$$

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

$$= \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = \pm 0,8$$

Тогда  $\cos \beta = \pm 0,8$ .

Значит надо рассмотреть два случая, когда  $\cos \beta = -0,8$  и  $\cos \beta = 0,8$

Решим это кв. ур-е:

$$D = (2v \cos \beta)^2 - 4(v^2 - u^2) =$$

$$= 4v^2 \cos^2 \beta - 4v^2 + 4u^2 =$$

$$= 4(0,64v^2 - v^2 + u^2) =$$

$$= 4(u^2 - 0,36v^2) = 4(u - 0,6v)(u + 0,6v)$$

$$= 4 \cdot (24 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0,6 \cdot 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}) (24 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 0,6 \cdot 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}) =$$

$$= 4 \cdot 14,4 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 33,6 = 4 \cdot 483,84$$

1)  $u'_1 = \frac{2v \cos \beta - \sqrt{D}}{2}$  т.к.  $\cos \beta < 0$ , но не имеем физ. смысла

$$u'_1 = \frac{2v \cos \beta + \sqrt{D}}{2} =$$

$$= \frac{2 \cdot 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot (-0,8) + \sqrt{483,84}}{2} \approx \frac{-25,6 + 22}{2} \approx -1,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\approx 9,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T_1 = \frac{S}{u'_1} = \frac{9600 \text{ м}}{9,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \approx 1100 \text{ с}$$

2)  $u'_1 = \frac{2v \cos \beta - \sqrt{D}}{2} \approx 12,8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 22 \frac{\text{м}}{\text{с}} = -9,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  - не имеет физ. смысла

$$u'_2 = \frac{2v \cos \beta + \sqrt{D}}{2} \approx 12,8 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 22 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 34,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T_2 = \frac{S}{u'_2} = \frac{9600 \text{ м}}{34,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \approx 250 \text{ с}$$



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!

Найдём при каком  $\alpha$  время будет минимально.  
Обозначим  $u_1$  и  $u_2$  скорости лодки.

Обозначим  $T$  время.

При движении "навстречу" время мы промериваем по времени, но в обратном случае промерив вытративаем. Из ур-я для  $u_1$  в промерив вытративаем всегда, что время растет.  $T \sim \frac{1}{u_1}$ , а  $u_1$  при движ. "навстречу" вытративаем за счёт уменьшения  $\cos \beta$ , а вытративаем в обрат. случае за счёт меньш.  $\cos \beta$ , при этом при рел. уб. ур-я получим, что на дискриминант не вылетит знак  $\cos \beta$ . Из этих соображений получим, что мы вытративаем в  $u_1$  на одну и ту же величину, но т.к.  $T \sim \frac{1}{u_1}$ , при вытратив в  $u_1$  знак  $T$  увеличивается меньше, чем при промер. (от  $u_1$ ). Тогда промерив в  $T$  всегда больше вытративаем. Но тогда  $T$  макс., когда промерив равен вытратив., т.е.  $\cos \beta = 0$ , или  $\beta = 90^\circ$ , а  $\alpha = 180^\circ$  или  $0^\circ$ . Итог: вытратив идет навстречу или попутно.

Итак, время минимально, когда вытратив.

$$T_{\max} = \frac{S}{u_1} = \frac{S}{u - v} = \frac{3600 \text{ м}}{24 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 2 \cdot \frac{3600 \text{ м}}{8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 2 \cdot \frac{3600 \text{ м}}{8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 900 \text{ с}$$

И.к. лодка возвращается, но независимо от того, куда идем за тем вытратив, но на одну и ту же скор. Будет  $u_1 = u - v = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а на другом  $u_2 = u + v = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , тогда  $T_{\max}$  равно:

$$T_{\max} = \frac{S}{u_1} + \frac{S}{u_2} = \frac{3600 \text{ м}}{8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} + \frac{3600 \text{ м}}{40 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 1440 \text{ с}$$

Итак,  $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $T_1 = 1400 \text{ с}$ ,  $T_2 = 250 \text{ с}$ ,  $\alpha_1 = 180^\circ$  или  $\alpha_2 = 0^\circ$ ,  
 $T_{\max} = 1440 \text{ с}$



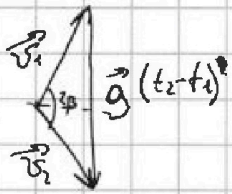
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

III. к. скорости в машине время  $t_1$  и  $t_2$  равны, но ~~скорости~~ в эти моменты мячик находится на одной и той же высоте. За этот период  $t$ -ор скор. поверн. на равные угол ~~от~~ вниз и вверх (т.к. мяч. лет. по окруж. в направлении вращения). Попроб. в-орный период скорости за этот промежуток



III. к.  $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2|$ , что  $\angle 2\beta = 60^\circ$ , то мячик равноскоростный, т.е.  $|\vec{v}_1| = |\vec{g}(t_2 - t_1)|$ , из этого находим  $|\vec{v}_1|$ :

$$|\vec{v}_1| = v = |\vec{g}(t_2 - t_1)| = g(t_2 - t_1) = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (2\text{с} - 1\text{с}) = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

В момент  $t_1$  скор.  $\vec{v}_1$  направл. под углом  $\beta$  к горизонту (угол  $\beta$  между  $\vec{v}_1$  и  $\vec{g}$  равен  $30^\circ$ ), тогда  $\vec{v}_1$  равен  $|\vec{v}_1| = v \cos \beta = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . ~~В момент  $t_2$  мяч. лет. по окруж. в направлении вращения. Попроб. в-орный период скорости за этот промежуток~~

$$W = \int_{t_1}^{t_2} \vec{v} \cdot \vec{g} dt = \int_{t_1}^{t_2} v g \cos \alpha dt$$

$$W = \int_{t_1}^{t_2} v g \cos \alpha dt$$

$$W = |\vec{v}_1| g (t_2 - t_1) \cos \alpha = 5\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 75 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$\approx 75 \text{ Дж} = 0,75 \text{ Дж} \approx 0,75 \text{ Дж}$$

А высота поднята в этот мом. время  $t_1$

$$h = \frac{1}{2} g t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1^2 = 5 \text{ м}$$

Заметим, что т.к. мячик летит вверх по силе вращения, то от мом.  $t_2$  до момента вылета время  $t_2$ , т.е. некое время мячик

$$T = 2t_1 + (t_2 - t_1) = 2\text{с} + (2\text{с} - 1\text{с}) = 3\text{с}$$

В мом. врем.  $t_1$  горизонт. сост.  $\vec{v}_1$  равна хорд. сост. скор. мяча. в любой мом. времени, а равна она  $|\vec{v}_1|$



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!

$$|\vec{v}_{ix}| = |\vec{v}_i| \cdot \cos \beta = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 8,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

А время, за которое в этом направлении будет равно:

$$|\vec{v}_{iy}| = |\vec{v}_i| \cdot \sin \beta = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,5 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Тогда можем запис. упр. с грав. возм. найдем время в этом направлении  $\frac{d_1+t_1}{2}$ , м.с. макс. возм.:

$$H = (|\vec{v}_{iy}| + |g| t_1) \frac{t_1+t_2}{2} - |g| \left( \frac{t_1+t_2}{2} \right)^2 \approx$$

$$\approx \left( 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \cdot \frac{1,0+2,0}{2} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (3,0)^2}{2} \approx 22,5 \text{ м} - 45 \text{ м} = 11,25 \text{ м}$$

~~В этот момент времени  $t_1$  угол между направлением  $\vec{v}_i$  и касательной к траектории равен  $\beta$ , а радиус кривизны  $R$  равен  $R = \frac{v^2}{a}$ , где  $a$  — ускорение. Тогда  $R = \frac{v^2}{a} = \frac{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м} \approx 11 \text{ м}$~~

~~$$R = \frac{v^2}{a} = \frac{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$~~

В этот момент времени  $t_1$  вектор скорости  $\vec{v}_i$  направлен под углом  $\beta = 30^\circ$  к горизонту, тогда проекция  $\vec{v}_i$  на нормаль к  $\vec{e}_i$  в-ру  $\vec{a}$  будет равна:

$$\vec{a} = \vec{g} \cos \beta$$

Тогда, радиус кривизны траектории в этот момент будет равен:

$$R = \frac{v^2}{a} = \frac{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м} \approx 11 \text{ м}$$

Итак,  $T = 3 \text{ с}$ ,  $H = 11,25 \text{ м}$ ,  $R \approx 11 \text{ м}$



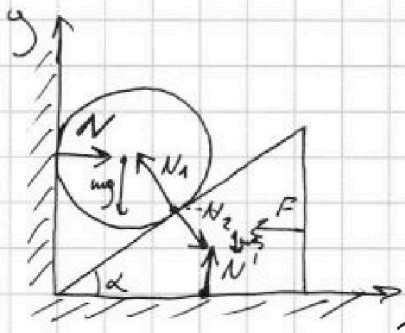
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Из всех действующих на сист. сил горизонт. сист. имеют только  $F$  и сила реак. опоры, действующая на шар со стороны стены  $N$ , т.е. эти силы равны по модулю. Рассмотрим все силы, действующие на ~~сист.~~ тело.



Силы, действующие на шар:

$$x: N = N_1 \cos \alpha \quad N_1 \sin \alpha$$

$$y: mg = N_1 \sin \alpha \quad N_1 \cos \alpha$$

Т.к. силы раскл. по модулю, то можем записать  $N$  и  $F$ .

$$\begin{cases} F = N_1 \sin \alpha \\ mg = N_1 \cos \alpha \end{cases}$$

Решим эту сист.:

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

$$F = mg \tan \alpha = 1 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 5.8 \text{ Н}$$

После прекращения действия силы, действующей на шар, сила равна  $F$  по модулю.

Т.к. соударение шара с поверхностью упругое, то кинетическая энергия не (т.к. и сила упругости сохраняется), т.е. кин. энергия до удара была равна кин. энергии после удара. Первая осн. теорема гласит, когда шар вновь соударится на той же высоте, т.к. при соударении кин. энергии равна нулю. Т.о., после соуд., шар осн. на выс.  $h = H = 0,8 \text{ м}$ .

Рассмотрим силу, действующую на сист. во время падения т.е. пока шар и шар еще соприкасаются, сила по модулю  $F$ . Тогда по 2 закону Ньютона:

$$F = 2m a' \quad \text{где } a' \text{ - ускор. сист.}$$



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!

При этом единств. гор. сила, действ. на камень, равна  $N_2 \sin \alpha$ , при этом  $N_2$  равно  $N_1$  по модулю, а  $N_1 \sin \alpha = N$ , т.к. шар скользит к стене, а зм. и не сдвигается от нее. Угол, образуемый, сн. в гориз. напр. со нт. действ. силой, равен  $\alpha$  по модулю, а зм. и равна  $F$ , т.е.

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} \approx \frac{5,8 \text{ Н}}{1 \text{ кг}} = 5,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$N = N_1 \sin \alpha$  - верно для шара в любой момент, пока он соприкасается с землей.  $a \sim F$ ,  $F = N$  (по модулю), сн.  $a \sim N$ , сн.  $a \sim N_1$  и  $a \sim \sin \alpha$ , при этом верт. сн.  $N_1$  неизм. (пока действ.  $F$ ) и равна  $mg$ , а вост. гор. убавл. Тогда  $a$  макс, когда  $\sin \alpha \rightarrow 1$ , но  $\sin \alpha \neq 1$ , т.к. тогда описанная ситуация невозможна.

Тогда макс. ускор. камня будет опреи. к горизонту.

$$\text{Итак, } F \approx 5,8 \text{ Н, } h = 0,8 \text{ м, } \alpha \rightarrow 90^\circ, a = 5,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, a_{\text{max}} \rightarrow \infty$$





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!

Вывести формулу завис.  $V(t)$ :

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

масса,  $\rho$  — его плотность,  $t_0$  — температура, при которой  $V=0$ ,  $t_{100}$  — температура, при которой  $V=V_{100}$ ,  $\beta$  — температура кипения,  $t$  — температура, при которой  $V=V$ .

Из этой формулы найдем приращение объема  $\Delta V$  в зависимости от температуры  $t$ .

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

$$= \frac{m}{\rho} t_2 \frac{\beta-t}{t_{100}-t_0} - \frac{m}{\rho} t_1 \frac{\beta-t}{t_{100}-t_0} = \frac{m}{\rho} \frac{\beta-t}{t_{100}-t_0} (t_2-t_1) =$$

$$= \frac{22}{13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \frac{1,018-t}{100^\circ\text{C}-0^\circ\text{C}} (42^\circ\text{C}-35^\circ\text{C}) = \frac{22 \cdot 0,018 \cdot 7^\circ\text{C}}{13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 100^\circ\text{C}} =$$

$$= \frac{0,036 \cdot 7}{1360} \text{ см}^3 \approx \frac{36 \cdot 7}{1360} \text{ мм}^3 \approx \frac{252}{1360} \text{ мм}^3 \approx 0,2 \text{ мм}^3$$

Поскольку расстояние от центра  $42^\circ\text{C}$  до  $35^\circ\text{C}$  равно  $L$ , то  $\Delta V = LS$ , тогда:

$$S = \frac{\Delta V}{L} \approx \frac{0,2 \text{ мм}^3}{50 \text{ мм}} \approx 0,004 \text{ мм}^2$$

$\propto \frac{\beta-t}{t_{100}-t_0} (t-t_0)$ , т.к. при  $t=t_0$  объем  $V=0$ , то  $V$  будет пропорционален  $(t-t_0)$ , тогда  $\Delta V$  будет пропорционален  $(t_2-t_1) \frac{\beta-t}{t_{100}-t_0}$ , для нашего объема к этому значению нужно прибавить объем при  $V_0$ , т.е.  $\frac{m}{\rho}$ . Отсюда все получилось.

Итак,  $\Delta V \approx 0,2 \text{ мм}^3$ ,  $S \approx 0,004 \text{ мм}^2$



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  
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!

Мощность, выделенная на всей цепи  $P$  равна:

$$P = UI = 10В \cdot 2А = 20В\Gamma$$

Найдём, на каком резисторе выделенная мощность, это осущ., когда  $I^2 R = \min$ , здесь  $I$  - ток через рез.,  $R$  - сопр. рез. Найдём мин. это значит, выразим его через  $I_2$  - ток, текущий через рез.  $R_2$ , все соотн. токов осматриваем. Миним. тем, что в первой части решим задачу.

$$P_1 = I_1^2 R_1 = (4I_2)^2 \cdot 5\Omega = 80I_2^2 \cdot \Omega$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = I_2^2 \cdot 20\Omega = 20I_2^2 \cdot \Omega$$

$$P_3 = I_3^2 R_3 = (5I_2)^2 \cdot 10\Omega = 250I_2^2 \cdot \Omega$$

$$P_4 = I_4^2 R_4 = (5I_2)^2 \cdot 6\Omega = 150I_2^2 \cdot \Omega$$

Здесь добавим чиркица суммарной расширим конкретней симулируем. Далее можно продолжить при необходимости.

Отсюда видно, что  $P_{\min} = P_2$ , при этом суммарная мощность равна  $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 500I_2^2 \cdot \Omega$ , тогда, зная зная  $P$  можем найти  $P_{\min}$ .

$$P_{\min} = P \cdot \frac{20I_2^2 \cdot \Omega}{500I_2^2 \cdot \Omega} = \frac{P}{25} = \frac{20В\Gamma}{25} = 0,8В\Gamma$$

Итого,  $R_{экв} = 5\Omega$ ,  $P = 20В\Gamma$ ,  $P_{\min} = 0,8В\Gamma$

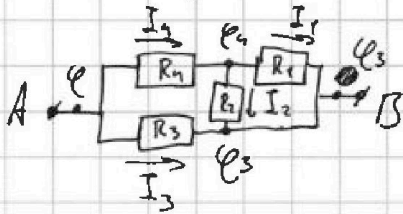


1  2  3  4  5  6  7

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!

Нарисуем эквивалентную схему:



Рассм. на эти потенциалы и ток.

По закону Кирхгофа:

$$I_4 = I_1 + I_2 \quad (1)$$

$R_1$  и  $R_2$  соединены параллельно, т.е. на них одинаков ток, тогда  $R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{20\Omega}{5\Omega} = 4$

Из этого следует, и учтем (1):

$$I_4 = I_1 + I_2 = 4I_2 + I_2 = 5I_2$$

Как видно из рассмотренной схемы, падение напряж. на ветвях  $\varphi_1$  до  $\varphi_3$  равно падению на рез.  $R_4$  и  $R_2$  или только на рез.  $R_3$ , т.е. суммарное падение на  $R_4$  и  $R_2$  равно падению на  $R_3$ , тогда  $R_3 I_3 = R_4 I_4 + R_2 I_2$

$$R_3 I_3 = 5R_4 I_2 + R_2 I_2$$

$$\frac{I_3}{I_2} = \frac{5R_4 + R_2}{R_3} = \frac{5 \cdot 6\Omega + 20\Omega}{10\Omega} = 5$$

Теперь можем замаскировать это падение на всей ветви AB равно  $U_0 = R_3 I_3$ , а общий ток  $I_0 = I_3 + I_4$ , исходя из этого можем найти сумм. величину:

$$R_{\text{экв}} = \frac{U_0}{I_0} = \frac{R_3 I_3}{I_3 + I_4} = \frac{5R_3 I_2}{5I_2 + 5I_2} = R_3 \cdot \frac{I_2}{2I_2} = \frac{R_3}{2} = 5\Omega$$

Пит.  $\varphi_1 - \varphi_3 = 10\text{В} = U$ , схема такая на всей ветви ток равен.

$$I = \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{10\text{В}}{5\Omega} = 2\text{А}$$

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!

Черч:

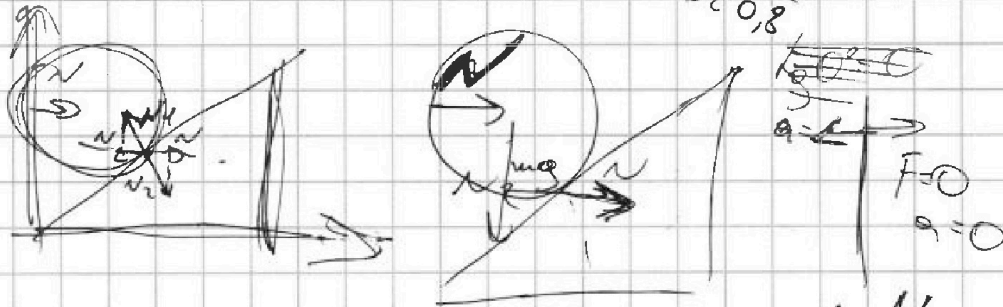
~~1000/16~~  

$$\begin{array}{r} 43 \\ 176 \\ + 6 \\ \hline 1056 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ 176 \\ + 5 \\ \hline 880 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 67 \\ 176 \\ + 178 \\ + 408 \\ + 220 \\ \hline 1020,8 \end{array}$$

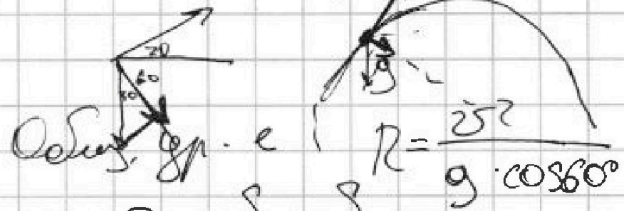
$$\begin{array}{r} 200 \\ - 18 \\ \hline 182 \end{array}$$



Сум. сила:  $mg, mg, N', N$

~~$N = N_1$~~

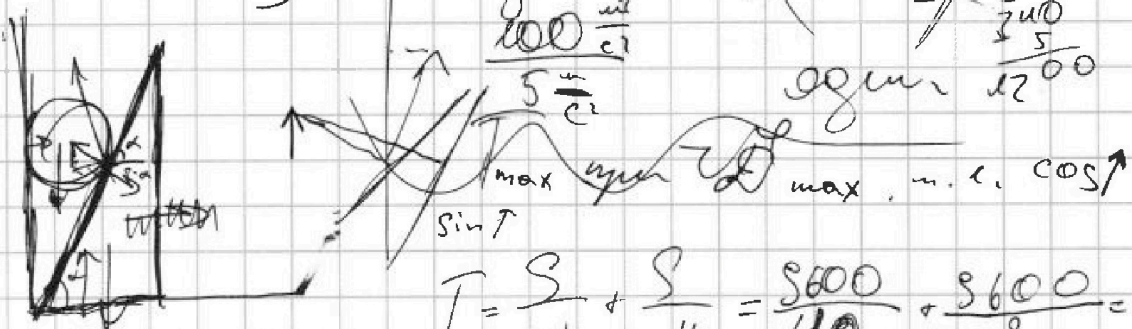
$N' = mg +$



$T = T_1 + T_2 = \frac{S}{v'} + \frac{S}{v''} =$

$$\frac{S}{2v \cos \beta} + \frac{S}{2v \cos \alpha}$$

Case  $N' = 2mg$  не верно



$$= 240 + 240 \cdot 5 = 1440$$

$N = N_1 \sin \alpha$   
 $N \uparrow \rightarrow \sin \alpha \uparrow \text{ или } N_1 \uparrow$