



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-01

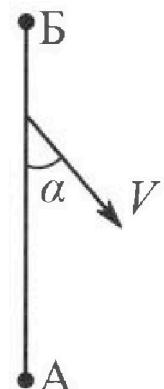


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

- 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 АБ (см. рис.) таким, что $\sin \alpha = 0,6$.



- Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
- При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту А → Б → А максимальная? Движение аппарата прямолинейное.
- Найдите максимальную продолжительность T_{MAX} полета по маршруту А → Б → А. Движение аппарата прямолинейное.

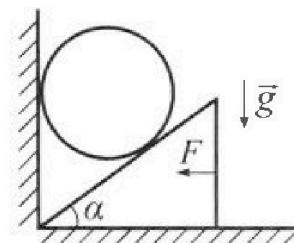
2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 1$ с и $t_2 = 2$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол $2\beta = 60^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

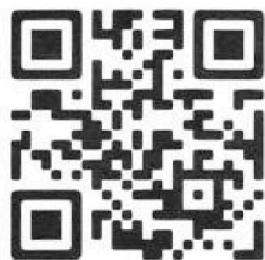
3. Клин с углом при вершине $\alpha = 30^\circ$ находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина поконится однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны $m=1$ кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

- 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.



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



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

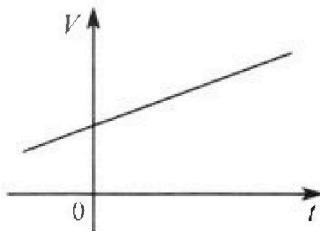
Вариант 09-01



*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 $\rho = 13,6 \text{ г}/\text{см}^3$. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

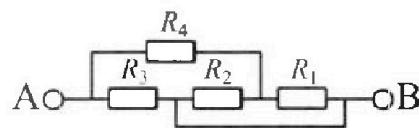


- Следуя предоставленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
- Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм^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 $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 6 \text{ Ом}$.

- Найдите эквивалентное сопротивление $R_{\text{экв}}$ цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного напряжения $U=10 \text{ В}$.



- Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.
- 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.



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

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:

$$T_0 = 4000 \text{ с}$$

$$S = 9,6 \text{ км}$$

$$V = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$U - ?$$

$$T_1 - ?$$

$$\alpha^* - ?$$

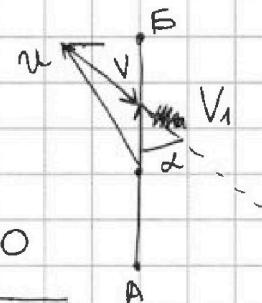
$$T_{\max} - ?$$

$$S = U T_0 \Rightarrow U = \frac{S}{T_0} = \frac{9,6 \text{ км}}{4000 \text{ с}} = \frac{96 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

V_1 — скорость аппарата

отн-ко Земле при $\sin \alpha = 0,6$

$$U^2 = V^2 + V_1^2 + 2 V V_1 \cos \alpha$$



такой угол, при котором время полета максимальное

$$V_1^2 + 2 V V_1 \cos \alpha + V^2 - U^2 = 0$$

$$V_1 = \frac{-2 V \cos \alpha \pm \sqrt{4 V^2 \cos^2 \alpha + 4(U^2 - V^2)}}{2} =$$

не подходит, т.к. $V_1 > 0$

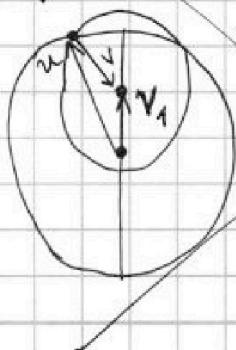
$$= \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2} - V \cos \alpha = \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$T_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{S}{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}} = T_1 = \frac{9,6 \cdot 10^3 \text{ м}}{\sqrt{576 - 256 \cdot \frac{9}{25} \frac{9}{25} - 16 \frac{4}{5} \frac{4}{5}}} =$$

$$= \frac{9600 \text{ м}}{8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{9 - \frac{36}{25}} - \frac{64}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{9600 \text{ м} \cdot 5}{(8 \cdot 3 \cdot \sqrt{21} - 64) \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{6000 \text{ с}}{3 \sqrt{21} - 8} = T_1$$

Чтобы T_0 было минимально, V_1 должно быть минимальным.

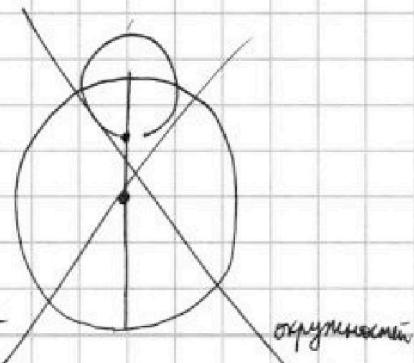
$$\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \cos \alpha \rightarrow \min$$



на этой рисунке
у большой окружности
радиус U , у маленькой

V . При фиксированной
скорости V_1 вектор U будет
направлен в точку пересечения
окружностей \Rightarrow минимально

возможная V_1 будет достигаться при касании



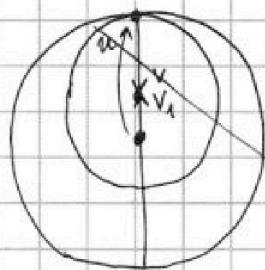
окружностей

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.

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

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!



$$U = V * V_1 \\ \alpha^* = 0$$

$$T_{MAX} = \frac{S}{U - V} = \frac{S}{\frac{S}{T_0} - V} = \frac{S T_0}{S - V T_0} = T_{MAX} =$$

~~$$= \frac{9600 \text{ м} \cdot 400 \text{ с}}{9600 \text{ м} - 16 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot 400 \text{ с}} = \frac{96 \cdot 400 \text{ с}}{32} = 3 \cdot 400 \text{ с} = 1200 \text{ с} = 20 \text{ мин}$$~~

~~$$\text{Однако: } U = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}, T_0 = \frac{600 \text{ с}}{3 \sqrt{21} - 8}, \alpha^* = 0; T_{MAX} = 20 \text{ мин}$$~~

~~$$T_{ABA} = S \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} - V \cos \alpha} + \frac{1}{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + V \cos \alpha} \right) \rightarrow \max$$~~

предположим что
находится
направление
A → B → A

$$\frac{2 \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha - V^2 \cos^2 \alpha} \rightarrow \max$$

здесь V2 находится
так же, но cos alpha
заменяется на -cos alpha

$$U^2 - V^2 \sin^2 \alpha \rightarrow \max$$

$$\sin \alpha \rightarrow \min$$

$$\sin \alpha^* = 0 \Rightarrow \alpha^* = 0^\circ (\text{или } 180^\circ)$$

$$T_{MAX} = \frac{S \cdot 2 \cdot \sqrt{U^2}}{U^2 - V^2} = \frac{2 S U}{U^2 - V^2} = \frac{2 S^2}{T_0 \left(\frac{S^2}{T_0^2} - V^2 \right)} = \frac{2 S^2 T_0^2}{T_0 (S^2 - V^2 T_0^2)}$$

$$= \frac{2 S^2 T_0}{S^2 - V^2 T_0^2} = T_{MAX} = \frac{2 \cdot 9600 \cdot \frac{24}{9600} \cdot 400 \text{ с}}{9600 \cdot \frac{24}{9600} - 256 \cdot 400 \cdot \frac{4}{9600}} = \frac{3 \cdot 16 \cdot 16 \cdot 400}{64 \cdot 9 - 256 \cdot \frac{4}{16}} =$$

$$= \frac{12 \cdot 600 \text{ с}}{5} = 1440 \text{ с}$$

$$\text{Однако: } U = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}; T_0 = \frac{6000 \text{ с}}{3 \sqrt{21} - 8}; \alpha^* = 0^\circ; T_{MAX} = 1440 \text{ с}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

N2

Дано:

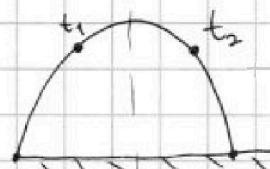
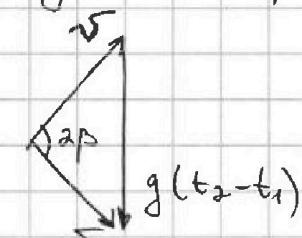
$$\begin{aligned}t_1 &= 1 \text{ с} \\t_2 &= 2 \text{ с} \\2\beta &= 60^\circ \\g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}\end{aligned}$$

T - ?

H - ?

R - ?

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}, \text{ где } v_0 - \text{ начальная скорость мяча}; \alpha - \text{ угол под которым мяч был брошен}$$



v - скорость в моменты времени t_1 и t_2

$$\begin{aligned}g(t_2 - t_1) &= 2v \sin \beta \\v &= \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin \beta}\end{aligned}$$

Мяч движется по параболе, у неё есть ось симметрии
 \Rightarrow в вершине мяч оказался в момент $\frac{t_1 + t_2}{2}$, а продолжительность полёта

$$T = t_2 - t_1 = 3 \text{ с}$$

$$v_0 \cos \alpha = v_0 \cos \beta = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \tan \beta}$$

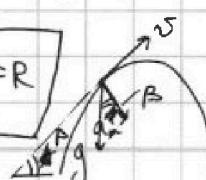
$$v_0^2 \sin^2 \alpha = v_0^2 \cos^2 \alpha = v_0^2 - \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{4 \tan^2 \beta}$$

$$\begin{aligned}v_0 \sin \alpha - g t_1 &= v_0 \sin \beta \Rightarrow v_0 \sin \alpha = g t_1 + \frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \\&= \frac{g(t_1 + t_2)}{2} \Rightarrow H = \frac{g^2(t_1 + t_2)^2}{4 \cdot 2g} = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8} = H =\end{aligned}$$

$$= \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 9 \text{ с}^2}{8} = \frac{45}{4} \text{ м}$$

$$R = \frac{v^2}{a_n}, \text{ где } a_n - \text{ нормальное ускорение мяча}$$

$$a_n = g \cos \beta \Rightarrow R = \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{4 \sin^2 \beta \cdot g \cos \beta} = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{4 \cos \beta \cdot \sin^2 \beta} = R$$





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

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$R = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 10^2}{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{4}} = \frac{10 \cdot 2}{\sqrt{3}} \text{ м} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

Ответ: $T = 3 \text{ с}$; $K = \frac{45}{4} \text{ м}$; $R = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м}$

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.

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

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!

N3

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu = 0,8 \text{ м}$$

F - ?

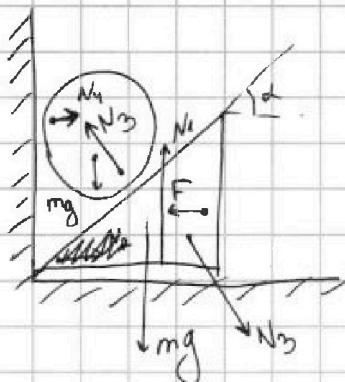
h - ?

a - ?

α^* - ?

α_{\max} - ?

усл., при которых
a максимальна



II ЗН:

$$0 = F - N_1 \sin \alpha - N_3 \sin \alpha$$

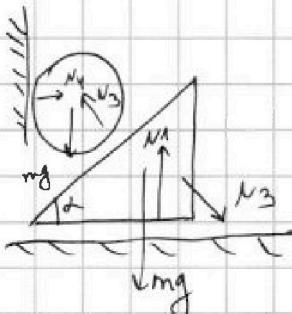
$$0 = mg - N_3 \cos \alpha$$

Голышок
на колен

$$F = \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = mg \operatorname{tg} \alpha = F$$

$$F = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$$

Теперь силу F снимаем:



Мар будет двигаться по вертикали
(мы будем уединять из-под мара, а
тот будет опускаться).

Искренне надеюсь, что у меня получится

$$\Rightarrow \text{ЗСЭ: } mg h = mgh; [h = h] = 0,8 \text{ м}$$

$$ma = N_3 \sin \alpha = \frac{mg}{\cos \alpha} \sin \alpha$$

$$a = g \operatorname{tg} \alpha = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

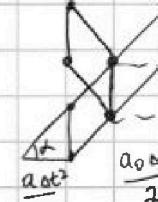
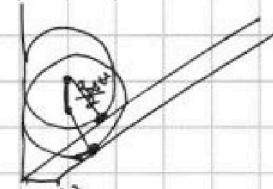
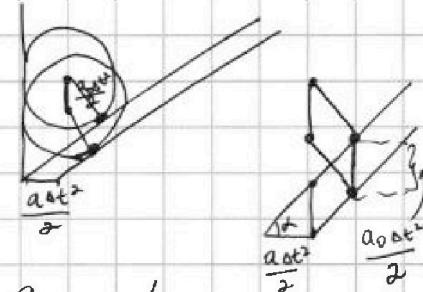


a_0 - ускорение
шарика

Если сила вдоль
стены между
шариками и кинем

$$\begin{aligned} N_1 &: ma_0 = mg - N_3 \cos \alpha \\ ma &= N_3 \sin \alpha \end{aligned}$$

Пусть прошло время
 Δt :



$$\frac{a_0 \Delta t^2}{2}$$

$$\frac{a_0 \Delta t^2}{2}$$



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!

$$m a \operatorname{tg} \alpha = m g - \frac{m a}{\sin^2 \alpha} \cdot \cos \alpha$$

$$a \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) = g \Rightarrow a = \frac{g}{\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}} = \frac{10 \frac{m}{c^2}}{\frac{1}{\sqrt{3}} + \sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{4} \frac{m}{c^2} = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{m}{c^2}$$

$$a \rightarrow \max$$

$$\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \rightarrow \min$$

по неравенству Коши $\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \geq 2 \sqrt{\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}} = 2$

$$\Rightarrow \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)_{\min} = 2$$

$$\alpha^* = 45^\circ$$

$$a_{\max} = \frac{g}{2} = 5 \frac{m}{c^2}$$

Ответ: $F = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ м}^2$; $h = 0,8 \text{ м}$; $a = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{m}{c^2}$; $\alpha^* = 45^\circ$;

$$a_{\max} = 5 \frac{m}{c^2}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

N4

Дано:

$$t_1 = 35^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 42^\circ\text{C}$$

$$L = 5 \text{ см}$$

$$m = 2 \text{ г}$$

$$t_{100} = 100^\circ\text{C}$$

$$\beta = 1,018$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$g = 13600 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

V(t) - ?

ΔV - ?

S - ?

$V(t) = a + b t$, где a и b - некоторые коэффициенты

$$\begin{cases} a + b t_{100} = \beta \cdot (a + b t_0) \\ a + b t_0 = \frac{m}{g} \end{cases}$$

$$a + b t_{100} = \frac{\beta m}{g}$$

$$b (t_{100} - t_0) = \frac{m}{g} (\beta - 1)$$

$$b = \frac{m(\beta - 1)}{g(t_{100} - t_0)}$$

$$a = \frac{m}{g} - \frac{m}{g} \cdot \frac{(\beta - 1) t_0}{t_{100} - t_0} = \frac{m}{g} \cdot \frac{t_{100} - t_0 - \beta t_0 + t_0}{t_{100} - t_0}$$

$$V = \frac{m(t_{100} - \beta t_0 + \beta t - t)}{g(t_{100} - t_0)} = \frac{m(t_{100} - t + \beta(t - t_0))}{g(t_{100} - t_0)} = V(t)$$

$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{m(t_2 - t_1)}{g(t_{100} - t_0)} =$$

$$= \frac{m(\beta)(t_2 - t_1)}{g(t_{100} - t_0)} = \Delta V = \frac{0,018 \cdot 2 \text{ г}}{13,6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}} \cdot \frac{7^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C}} = \frac{0,018 \cdot 2 \cdot 7}{1360} \cdot 1000 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} =$$

$$= \frac{1018 \cdot 14}{4360} \frac{\text{м}^3}{340} = \frac{3563}{340} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} = \frac{18 \cdot 2 \cdot 7}{1360 \cdot 340} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} = \frac{63}{340} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$$

$$\Delta V = S L \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{m(\beta)(t_2 - t_1)}{g L (t_{100} - t_0)} = S = \frac{63}{340 \cdot 50} \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} = \frac{63}{17000} \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

$$\text{Ответ: } V(t) = \frac{m(t_{100} - t + \beta(t - t_0))}{g(t_{100} - t_0)} ; \Delta V = \frac{m(\beta)(t_2 - t_1)}{g(t_{100} - t_0)} = \frac{63}{340} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$$

$$S = \frac{63}{17000} \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$



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

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!

N5

Дано: $U = 10V$

$$R_1 = 5 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega$$

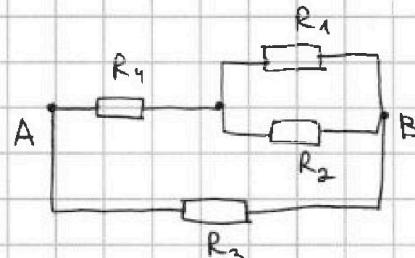
$$R_4 = 6 \Omega$$

$$R_{\text{экв}} - ?$$

$$P - ?$$

$$\text{При } P_{\text{мин}} - ?$$

Перенесем схему:



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

$$= \frac{R_3 (R_1 R_4 + R_2 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_3)}{R_1 R_3 + R_1 R_4 + R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_1 R_2}$$

$$= \frac{R_3 (R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_1 R_2)}{R_1 R_2 + (R_3 + R_4)(R_1 + R_2)} = R_{\text{экв}} = \frac{10 \Omega \cdot (30 + 120 + 100)}{100 + 16 \cdot 25} =$$

$$= \frac{10 \Omega \cdot 250}{500 \Omega} = 5 \Omega$$

$$P = U \cdot I_{\text{общ}} = U \cdot \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{U^2 (R_1 R_2 + (R_1 + R_2)(R_3 + R_4))}{R_3 (R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_1 R_2)} = P$$

общий ток в цепи

$$P = \frac{100}{5} \text{ Вм} = 20 \text{ Вм}$$

P_i, I_i — мощности и токи на соответствующих резисторах

$$R_3 = R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 10 \Omega \Rightarrow I_3 = I_4 = \frac{I_{\text{общ}}}{2} = \frac{U}{2 R_{\text{экв}}} = 1A$$

$$P_3 = 1 \cdot 1 \cdot 10 = 10 \text{ Вм}; P_4 = 1 \cdot 1 \cdot 6 = 6 \text{ Вм}$$

$$I_1 = I_4 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1A \cdot 20 \Omega}{25 \Omega} = 0,8A; I_2 = 0,2A$$

$$P_1 = I_1^2 R_1 = 0,64 \cdot 5 \text{ Вм} = 3,2 \text{ Вм}; P_2 = I_2^2 R_2 = 0,04 \cdot 20 \text{ Вм} = 0,8 \text{ Вм}$$



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!

Видно, что наименьшая мощность рассеивается на резисторе R_2 и она равна $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$

Ответ: $R_{\text{экв}} = 5 \Omega$; $P = 20 \text{ Вт}$, на резисторе 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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

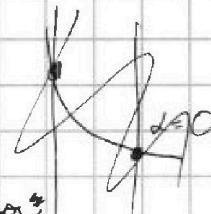
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$$\sqrt{u^2 - V^2 + V^2 \cos^2 \alpha} - V \cos \alpha = f$$

$$f \cos \alpha = -V + \frac{2 \sqrt{u^2 - V^2 + V^2 \cos^2 \alpha}}{2 \sqrt{u^2 - V^2 + V^2 \cos^2 \alpha}} = \cancel{0} < 0$$

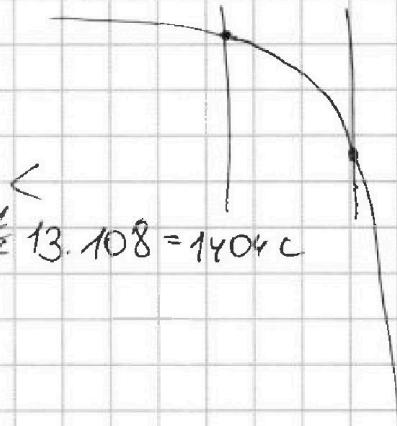
$$V \cos \alpha = \sqrt{u^2 - V^2 + V^2 \cos^2 \alpha} \quad \text{(X)}$$



$$f \cos \alpha = \sqrt{u^2 - V^2 + V^2 \cos^2 \alpha} - V^2 \cdot \frac{\cos \alpha \cdot \frac{2V^2 \cos^2 \alpha}{2\sqrt{u^2 - V^2 + V^2 \cos^2 \alpha}}}{u^2 - V^2 + V^2 \cos^2 \alpha} > 0$$

$$= \sqrt{u^2 - V^2 + V^2 \cos^2 \alpha} - V^2 \cos^2 \alpha > 0$$

(---) $\frac{3}{2}$



$$6000 \cdot \left(\frac{2 \cdot 43 + 2 \cdot 11}{43 \cdot 11} \right) = \frac{6000 \cdot 108}{473} \rightarrow \cancel{13} \cdot 108 = 1404 \text{ c}$$