



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

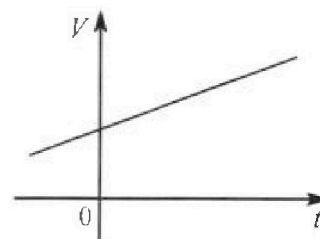


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

Экспериментально 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 $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем спирта в $\beta = 1,12$ раза больше объема спирта при $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Плотность спирта при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ считайте равной $\rho = 0,8$ г/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

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



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

- Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм³.
- Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов $R_1 = 1,2r, R_2 = 2r, R_3 = 4r, R_4 = r$, здесь $r = 5$ Ом.

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

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



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



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02



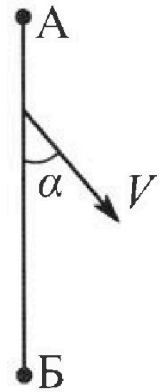
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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

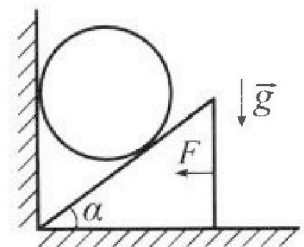
2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту $A \rightarrow B$ в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$.



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 $2\beta = 90^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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/с².



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.



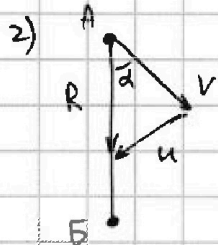
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

$$1) L = 2S \Rightarrow u = \frac{L}{T_0} = \frac{2S}{T_0} = \frac{4000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = \boxed{20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = u}$$



$$u^2 = R^2 + V^2 - 2RV \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6.$$

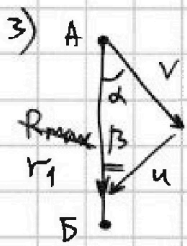
$$400 = R^2 + 225 - 30 \cdot 0,6R. \quad R^2 - 18R - 175 = 0$$

$$R_{1,2} = \frac{18 \pm \sqrt{18^2 + 4 \cdot 175}}{2}; \quad R_{1,2} = \frac{18 \pm \sqrt{1024}}{2} = \frac{18 \pm 32}{2} \Rightarrow$$

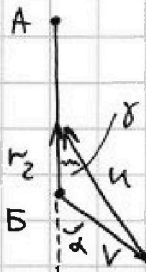
$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 18 \\ \hline 144 \\ + 18 \\ \hline 324 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \times 64 \\ \hline 256 \\ \hline 1024 \end{array} \quad \begin{array}{r} 32 \\ \times 32 \\ \hline 192 \\ + 64 \\ \hline 1024 \end{array}$$

$$R_1 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad R_2 < 0 \Rightarrow \text{не уя.}$$

$$T_1 = \frac{S}{R_1} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = \frac{4000}{50} \text{ с} = \boxed{80 \text{ с} = T_1}$$



$R_{\text{max}}, \alpha = ?$



$$\text{Th. sin. } \frac{u}{\sin \alpha} = \frac{V}{\sin \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{V \sin \alpha}{u} = \frac{15}{20} \sin \alpha = \frac{3 \sin \alpha}{4}$$

$$r_1 = V \cos \alpha + u \cos \beta$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{9 \sin^2 \alpha}{16}} = \sqrt{\frac{16 - 9 \sin^2 \alpha}{16}}$$

$$r_1 = 15 \cos \alpha + \frac{20 \sqrt{16 - 9 \sin^2 \alpha}}{4}$$

$$r_1 = 15 \cos \alpha + 5 \sqrt{7 + 9 \cos^2 \alpha}$$

$$\text{Th. sin. } \frac{u}{\sin(180 - \alpha)} = \frac{V}{\sin \delta} = \frac{u}{\sin \alpha}$$

$$\sin \delta = \frac{\sin \alpha V}{u} = \sin \beta = \frac{3 \sin \alpha}{4}$$

$$r_2 = u \cos \delta - V \cos \alpha$$

$$\cos \delta = \cos \beta, \text{ m.k. } \sin \delta = \sin \beta \Rightarrow$$

$$r_2 = 20 \frac{\sqrt{16 - 9 \sin^2 \alpha}}{4} - 15 \cos \alpha.$$

$$r_2 = -15 \cos \alpha + 5 \sqrt{7 + 9 \cos^2 \alpha}$$



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
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!

$$T_{\min} = \frac{S}{r_1} + \frac{S}{r_2} = S \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right). \text{ м.н. } T_{\min} \Rightarrow (T_{\min})' = 0 \Rightarrow \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)' = 0.$$

$$\left(\frac{1}{r_1} \right)' + \left(\frac{1}{r_2} \right)' = 0 \Rightarrow \left(\frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2} \right)' = 0.$$

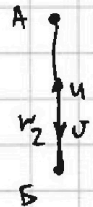
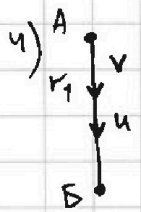
$$\left(\frac{10\sqrt{7+9\cos^2 d}}{25(7+9\cos^2 d) - 225\cos^2 d} \right)' = 0; \left(\frac{10\sqrt{7+9\cos^2 d}}{175} \right)' = 0. \Rightarrow \left(\sqrt{7+9\cos^2 d} \right)' = 0.$$

$$\frac{1}{2\sqrt{7+9\cos^2 d}} \cdot 9 \cdot 2\cos d (-\sin d) = 0. \quad \frac{18\cos d \cdot (-\sin d)}{2\sqrt{7+9\cos^2 d}} = 0.$$

$$\frac{\cos d \cdot \sin d}{2\sqrt{7+9\cos^2 d}} = 0. \text{ м.н. } 2\sqrt{7+9\cos^2 d} \neq 0 \text{ (знамен)} \Rightarrow \sin d \cdot \cos d = 0.$$

$$\sqrt{\sin^2 d} \cdot \sqrt{1-\sin^2 d} = 0. \quad \sqrt{\sin^2 d - \sin^4 d} = 0. \quad \cos d \cdot \sin d = 0 \Rightarrow \cos d = 0, d = 90^\circ \text{ или } \sin d = 0, d = 0^\circ.$$

$$2\sin d \cdot \cos d = 0 \Rightarrow \sin(2d) = 0 \Rightarrow 2d = 0 \Rightarrow d = 0.$$

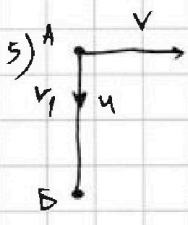


$$r_1 = v + u$$

$$r_2 = u - v$$

$$T_{\min} = \frac{S}{r_1} + \frac{S}{r_2} = \frac{S}{v+u} + \frac{S}{u-v} \Rightarrow$$

$$T_{\min} = \frac{2000}{35} + \frac{2000}{5} = \frac{400}{7} + 400 = 56 \frac{57}{7} + 400 = 457 \frac{1}{7} \text{ мин.}$$



$$r_1 = u$$

$$r_2 = u$$

$$\Rightarrow T_{\min} = \frac{S}{r_1} + \frac{S}{r_2} = \frac{2S}{u} = T_0 - \text{не зависит, м.н. не меняется.}$$

Ответ: $T_{\min} = T_0 = 200 \text{ с.}$

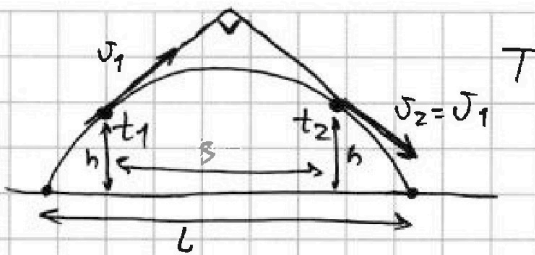


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

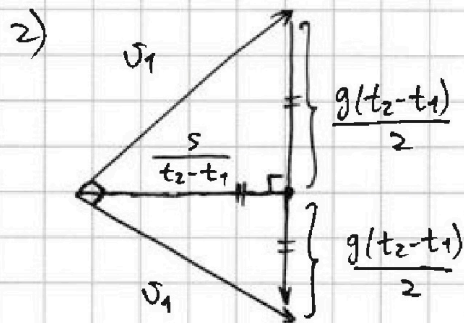
СТРАНИЦА
1 из 2

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!



1) м.к. траектория-парабола, $v_1 = v_2$ и $h_1 = h_2 = h$, она симметрична \Rightarrow

$T - t_2 = t_1$ (в силу симметрии). $T = t_1 + t_2 = 2t_1 = T$
маннее в силу обратности.



Замечаем равенство \Rightarrow

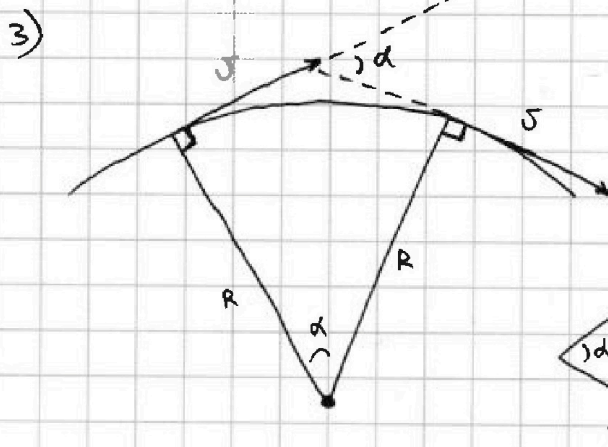
$$\frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \frac{s}{t_2 - t_1} \Rightarrow$$

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

$$s = 5 \cdot (1,5 - 0,5)^2 = 5 \text{ м} = s \quad \text{Вариант!}$$

м.к. горизонт. ускорения нет и проекция скорости на $Ox = \text{const} \Rightarrow$

$$\frac{s}{t_2 - t_1} = \frac{L}{T} \Rightarrow L = \frac{sT}{t_2 - t_1} = \frac{5 \cdot 2}{1} = 10 \text{ м} = L$$



$$w = \frac{v}{R} \Rightarrow d = w dt = \frac{v dt}{R}$$

$$\frac{v}{\sin(90 - \frac{\alpha}{2})} = \frac{g dt}{\sin \alpha}$$

м.к. α -маленький \Rightarrow

$$\sin \alpha = \alpha$$

$$\cos \alpha = 1$$

приближенно через синус, так $\alpha \rightarrow 0 \Rightarrow v = \text{const}$.



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

1 2 3 4 5 6 7

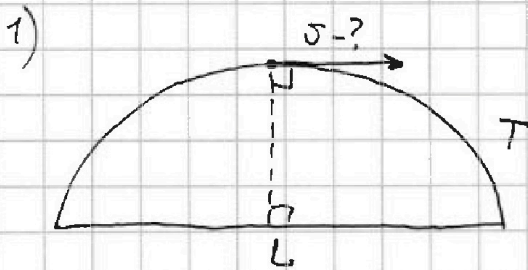
СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$\frac{v}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{gdt}{a}$$

м.и. $\frac{\alpha}{2}$ - максимум $\Rightarrow \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 1 \Rightarrow v = \frac{gdt}{a} = \frac{gdt R}{v dt} = \frac{gR}{v} \Rightarrow$

$$v^2 = gR \Rightarrow R = \frac{v^2}{g} \quad \text{Ищем } v:$$



м.и. проекция v на ось $x = \text{const}$ (нем

эллиптом. услож.) $\Rightarrow L = vT \Rightarrow v = \frac{L}{T}$

$$L = vT \Rightarrow v = \frac{L}{T} = \frac{10}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R = \frac{v^2}{g} = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ м} = R$$

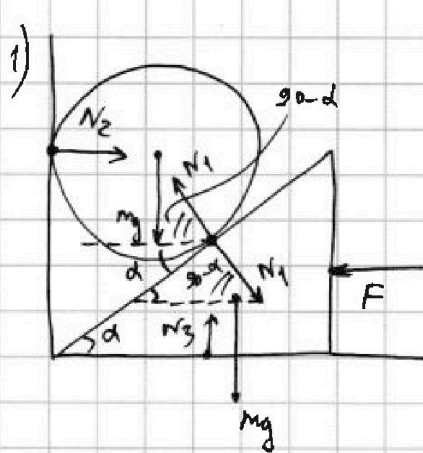
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

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!

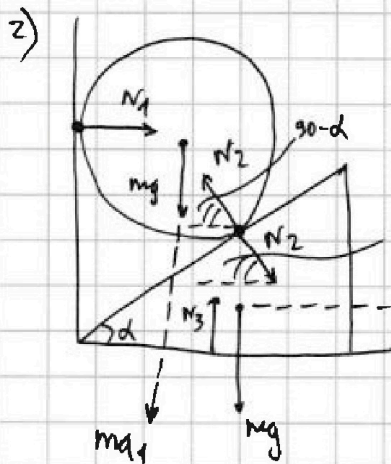


$$1) \text{ маят: } mg = N_1 \sin(90-d) = N_1 \cos d \Rightarrow N_1 = \frac{mg}{\cos d}$$

$$2) \text{ кривиз: } F = N_1 \cos(90-d) = N_1 \sin d = F$$

$$F = \frac{mg \sin d}{\cos d} = mg \operatorname{tg} d \Rightarrow \operatorname{tg} d = \frac{F}{mg} = \sqrt{3} = \operatorname{tg} d$$

На поверхности N_1 и N_2 кривиз не возникает с горизонтальной поверхностью.



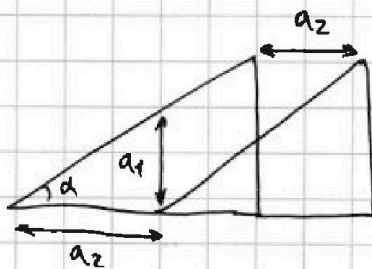
$$1) N_1 = N_2 \cos(90-d) = N_2 \sin d$$

$$2) mg - N_2 \sin(90-d) = ma_1$$

$$3) N_2 \cos(90-d) = ma_2$$

$$4) \operatorname{tg} d = \frac{a_1}{a_2}$$

$$\operatorname{tg} d = \frac{mg - N_2 \cos d}{N_2 \sin d} \Rightarrow$$



$$\operatorname{tg} d = \frac{a_1}{a_2}$$

$$N_2 \sin d \operatorname{tg} d = mg - N_2 \cos d \Rightarrow$$

$$N_2 = \frac{mg}{\sin d \operatorname{tg} d + \cos d}$$

$$N_1 = N_2 \sin d = \frac{mg \sin d}{\sin d \operatorname{tg} d + \cos d} = \frac{mg}{\operatorname{tg} d + \frac{1}{\operatorname{tg} d}}$$

$$N_1 = \frac{mg}{\sqrt{3} + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{3mg}{4\sqrt{3}} = N_1$$

$$N_1 = \frac{3 \cdot 4}{4\sqrt{3}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} = N_1$$

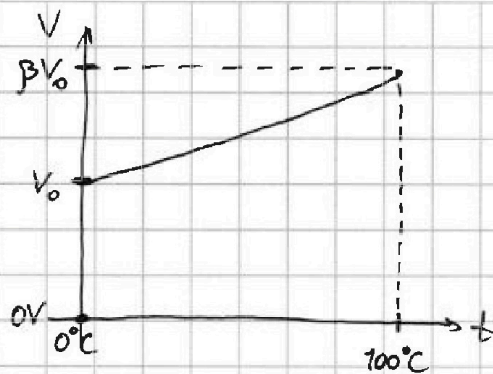
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



при $t_0 = 0^\circ\text{C}$, $\rho = 0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Выводим зависимость $V(t)$ на промежутке

от t_0 до t_{100} :

1) $m_{\text{пары}} = \text{const} = m \Rightarrow t_0: \frac{m}{\rho} = V_0 \Rightarrow$ имеем 2 точки:

a) $t = t_0; V = V_0 = \frac{m}{\rho}$ Пусть $V = kt + b \Rightarrow$

б) $t = t_{100}; V = \beta V_0 = \frac{\beta m}{\rho}$

$$\begin{cases} \frac{m}{\rho} = kt_0 + b \\ \frac{\beta m}{\rho} = kt_{100} + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = \frac{m}{\rho} - kt_0 \\ k(t_{100} - t_0) = \frac{\beta m - m}{\rho} \end{cases} \Rightarrow$$

$$k = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$$

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

$$b = \frac{mt_{100} - m t_0 - \beta m t_0 + m t_0}{\rho(t_{100} - t_0)} = \frac{m(t_{100} - \beta t_0)}{\rho(t_{100} - t_0)} = b.$$

Итого:

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



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!

$$2) V_1 \text{ при } t_1: V_1 = \frac{0,04(1,12-1)}{0,8 \cdot 100} \cdot 50 + \frac{0,04 \cdot 100}{0,8 \cdot 100} = \frac{0,04 \cdot 0,12 \cdot 50}{80} + \frac{4}{80} =$$

$$= \frac{2 \cdot 0,12}{80} + \frac{4}{80} = \frac{0,12}{40} + \frac{1}{20} = \frac{0,03}{10} + \frac{0,5}{10} = 0,053 \text{ см}^3 = V_1.$$

$$V_2 \text{ при } t_2: V_2 = \frac{0,04(1,12-1)}{0,8 \cdot 100} \cdot 40 + \frac{0,04 \cdot 100}{0,8 \cdot 100} = \frac{0,04 \cdot 0,12 \cdot 40}{80} + \frac{4}{80} =$$

$$= \frac{0,04 \cdot 0,12}{2} + \frac{0,5}{10} = 0,02 \cdot 0,12 + 0,05 = 0,0024 + 0,05 = 0,0524 \text{ см}^3 = V_2.$$

$$|\Delta V| = V_1 - V_2 = 0,053 - 0,0524 = 0,0006 \text{ см}^3$$

$$1 \text{ см}^3 = (10 \text{ мм})^3 = 1000 \text{ мм}^3 \rightarrow 0,0006 \text{ см}^3 = 0,0006 \cdot 1000 \text{ мм}^3 = 0,6 \text{ мм}^3.$$

$$|\Delta V| = 0,6 \text{ мм}^3 \quad \text{Формула для } |\Delta V|:$$

$$|\Delta V| = V_1 - V_2 = \frac{m(\beta-1)}{\rho(t_{100}-t_0)}(t_1-t_2) = 0,0006 \text{ см}^3 = 0,6 \text{ мм}^3.$$

$$3) \text{ при } t_{100}, V = \beta V_0 = \frac{\beta m}{\rho}, \text{ при этом } V = LS$$

$$\text{Заметим, что } LS = V_{100} - V_0 = \beta V_0 - V_0 = V_0(\beta-1) = \frac{m(\beta-1)}{\rho} \rightarrow$$

$$S = \frac{m(\beta-1)}{\rho L} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} = \frac{0,12}{20 \cdot 10} = \frac{0,06}{100} = 0,0006 \text{ см}^2 =$$

$$= 0,0006 \cdot 100 \text{ мм}^2 = 0,06 \text{ мм}^2 = S$$

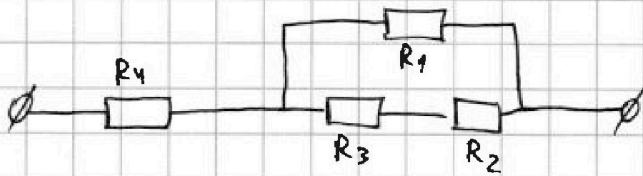


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

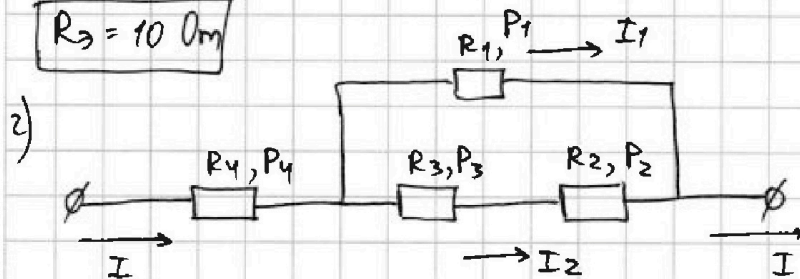
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!



$$1) R_{\Sigma} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = 1 + \frac{1,2 \cdot 6}{1,2 + 6} = 1 + \frac{7,2}{7,2} = 1 + 1 = 2 \text{ k} = 200 \text{ m}$$

$$R_{\Sigma} = 10 \text{ Ohm}$$



$$1) I_1 R_1 = I_2 (R_2 + R_3) \Rightarrow I_1 = I_2 \frac{R_2 + R_3}{R_1} = I_2 \cdot \frac{6}{1,2} = 5 I_2 = I_1$$

$$2) I = I_1 + I_2 = 5 I_2 + I_2 = 6 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I}{6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \text{ A} = I_2 ; I_1 = \frac{10}{3} \text{ A}$$

$$3) P_4 = I^2 R_4 = 16 \cdot 5 = 80 \text{ BT} = 80 \text{ BT} = P_4$$

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{100}{9} \cdot 6 = \frac{200}{3} \text{ BT} = 66 \frac{2}{3} \text{ BT} = P_1$$

$$P_3 = I_2^2 R_3 = \frac{4}{9} \cdot 20 = \frac{80}{9} \text{ BT} = 8 \frac{8}{9} \text{ BT} = P_3$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{4}{9} \cdot 10 = \frac{40}{9} \text{ BT} = 4 \frac{4}{9} \text{ BT} = P_2$$

$$4) P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 66 \frac{2}{3} + 4 \frac{4}{9} + 8 \frac{8}{9} + 80 =$$

$$= (70 + 88) + \left(\frac{6}{9} + \frac{4}{9} + \frac{8}{9} \right) = 158 + 2 = 160 \text{ BT} = P$$

$$5) P_{\min} = P_2 = 4 \frac{4}{9} \text{ BT}, \text{ з результат.}$$



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!

3) Тело со скоростью v скользит по наклонной плоскости (см. рисунок). Найти высоту h .

$$\text{длин. вверх: } t = \frac{v}{g}, \quad h = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{v^2}{g} - \frac{g v^2}{2g^2} = \frac{v^2}{2g} = h \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{20 \cdot 0,15} = \sqrt{3} \frac{m}{c}.$$

$$\text{длин. вниз: } H = \frac{v}{2} t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{2H}{v}; \quad v = a_1 t_1 = a_1 \frac{2H}{v} = v \Rightarrow$$

$$2a_1 H = v^2 \Rightarrow H = \frac{v^2}{2a_1} \Rightarrow \text{найдем } a_1:$$

$$m a_1 = mg - N_2 \cos \alpha = mg - \frac{mg \cos \alpha}{\sin \alpha \operatorname{tg} \alpha + \cos \alpha} = mg - \frac{mg}{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} = mg - \frac{mg}{4} =$$

$$= \frac{3mg}{4} = m a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{3g}{4} \Rightarrow$$

$$H = \frac{3}{2 \cdot \frac{3g}{4}} = \frac{3 \cdot 4}{2 \cdot 3g} = 2g$$

$$H = \frac{3}{2 \cdot \frac{30}{4}} = \frac{3 \cdot 4}{2 \cdot 30} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ м} = H$$

$$4) N_1 = \frac{mg}{\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}} = \frac{mg \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} = mg \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos^2 \alpha = mg \frac{\cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} =$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad \rightarrow \quad = mg \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$N_1 = \frac{mg}{2} \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{mg}{2} \sin(2\alpha). \quad \text{н.н. } N_1 - \text{max} \Rightarrow \sin(2\alpha) = \text{max} \Rightarrow$$

$$\sin(2\alpha) = 1 \Rightarrow 2\alpha = 90 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$N_{\text{max}} = mg \quad N_{\text{max}} = \frac{mg}{2} \cdot \sin(2\alpha) = \frac{mg}{2} = N_{\text{max}} = 2H$$



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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!

