



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

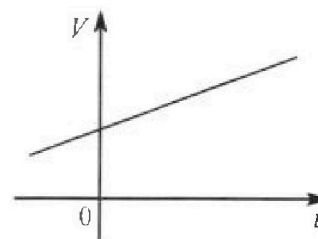
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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.

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



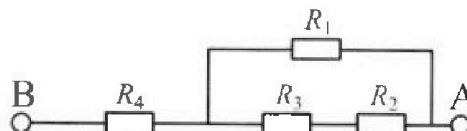
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

2. 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.
3. 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.

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

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





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.

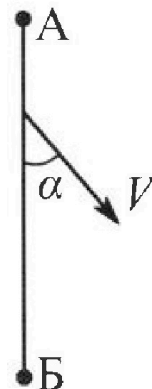
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

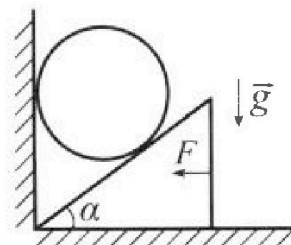
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно $h=0,15$ м.

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.





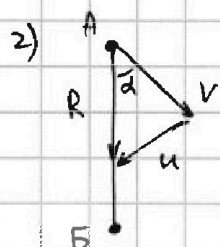
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



$$u^2 = R^2 + v^2 - 2Rv \sin \alpha \cos \alpha$$

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

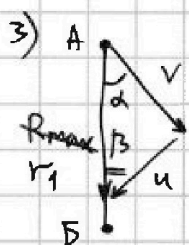
$$400 = R^2 + 225 - 30 \cdot 0,6 R. \quad R^2 - 18R - 175 = 0$$

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

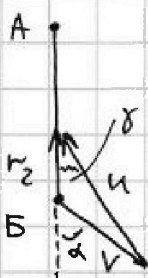
$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 18 \\ \hline 144 \\ + 18 \\ \hline 324 \end{array} \quad \begin{array}{r} 64 \\ \times 64 \\ \hline 256 \\ + 64 \\ \hline 1024 \end{array} \quad \begin{array}{r} 32 \\ \times 32 \\ \hline 96 \\ + 64 \\ \hline 1024 \end{array}$$

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

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



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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

$$\frac{\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{2\sqrt{7+9\cos^2\alpha}} = 0.$$

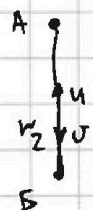
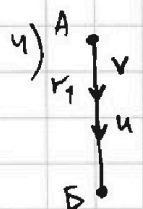
$$\text{м.н. } 2\sqrt{7+9\cos^2\alpha} \neq 0 \text{ (зnamen)} \Rightarrow \sin\alpha \cdot \cos\alpha = 0.$$

$$\sqrt{\sin^2\alpha} \cdot \sqrt{1-\sin^2\alpha} = 0. \quad \sqrt{\sin^2\alpha - \sin^4\alpha} = 0.$$

$$\cos\alpha \cdot \sin\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 0, \alpha = 90^\circ$$

$$\text{или } \sin\alpha = 0, \alpha = 0^\circ.$$

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

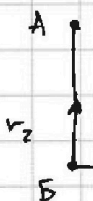
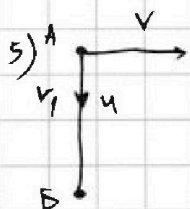


$$r_1 = V + U$$

$$r_2 = U - V$$

$$T_{\min} = \frac{S}{r_1} + \frac{S}{r_2} = \frac{S}{V+U} + \frac{S}{U-V} \Rightarrow$$

$$T_{\min} = \frac{2000}{35} + \frac{2000}{5} = \frac{400}{7} + 400 = 56 \frac{57}{7} + 400 = 456 \frac{57}{7} \text{ мин.}$$



$$r_1 = U$$

$$r_2 = U$$

$$\Rightarrow T_{\min} = \frac{S}{r_1} + \frac{S}{r_2} = \frac{2S}{U} = T_0 - \text{по условию, м.н. не требуется.}$$

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

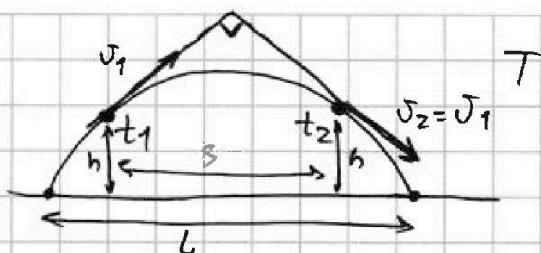


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

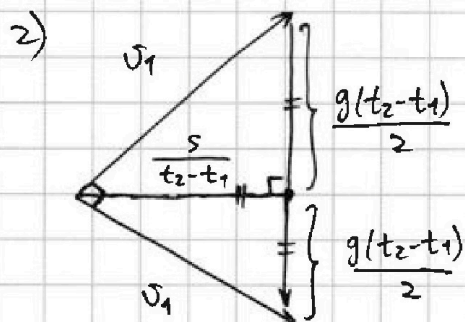
СТРАНИЦА
1 из 2

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. параболическая-парабола, $v_1 = v_2$ и $h_1 = h_2 = h$, она симметрична $\Rightarrow$

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



Замечает равенство $\Rightarrow$

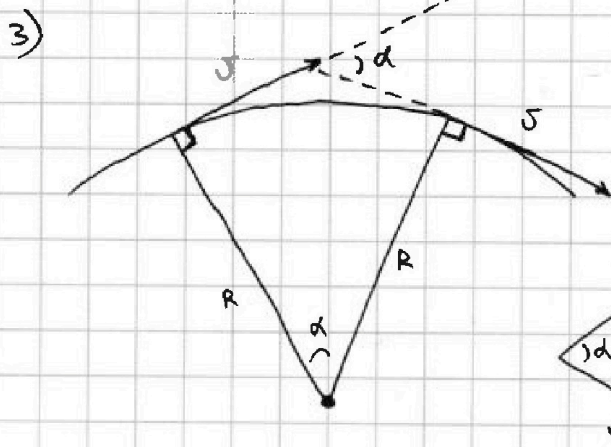
$$\frac{g(t_2 - t_1)}{2} = \frac{S}{t_2 - t_1} \Rightarrow$$

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

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

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 $\Rightarrow$

$$\sin \alpha = \alpha$$

$$\cos \alpha = 1$$

приблизительное равенство, так как $\alpha \rightarrow 0 \Rightarrow v = \text{const}$.



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.



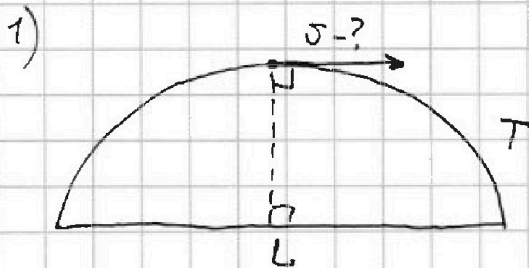
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

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

м.и. $\frac{\alpha}{2}$ - малый $\Rightarrow \cos(\frac{\alpha}{2}) = 1 \Rightarrow v = \frac{gdt}{\alpha} = \frac{gdt R}{vdt} = \frac{gR}{v} \Rightarrow$

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



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

эпигоризм. ускор.) $\Rightarrow L = vt \Rightarrow v = \frac{L}{t}$

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

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

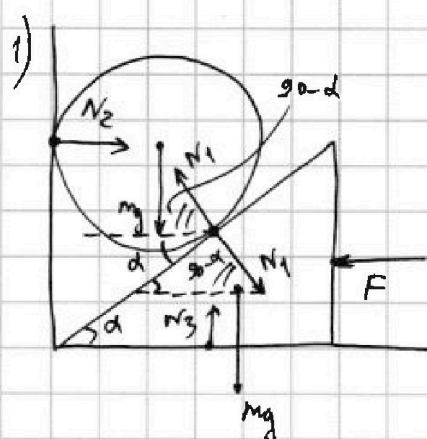


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

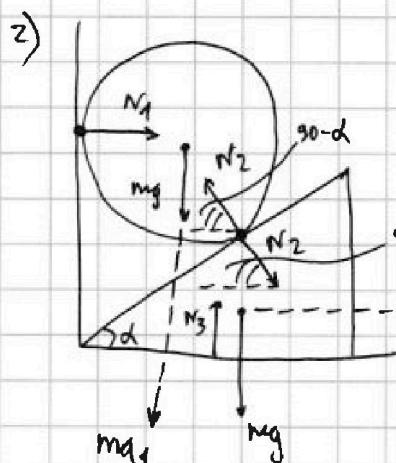


$$1) \text{ по } N_1: mg = N_1 \sin(90-\alpha) = N_1 \cos \alpha \Rightarrow N_1 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$2) \text{ по } N_2: F = N_1 \cos(90-\alpha) = N_1 \sin \alpha = F$$

$$F = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{F}{mg} = \sqrt{3} = \tan 60^\circ$$

На поверхности N_1 и N_2 никак не связаны с граничными условиями.



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

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

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

$$4) \tan \alpha = \frac{a_1}{a_2}$$

$$\tan \alpha = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{N_2 \sin \alpha} \Rightarrow$$

$$N_2 \sin \alpha \tan \alpha = mg - N_2 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$N_2 = \frac{mg}{\sin \alpha \tan \alpha + \cos \alpha}$$

$$\tan \alpha = \frac{a_1}{a_2}$$

$$N_1 = N_2 \sin \alpha = \frac{mg \sin \alpha}{\sin \alpha \tan \alpha + \cos \alpha} = \frac{mg}{\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha}}$$

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

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

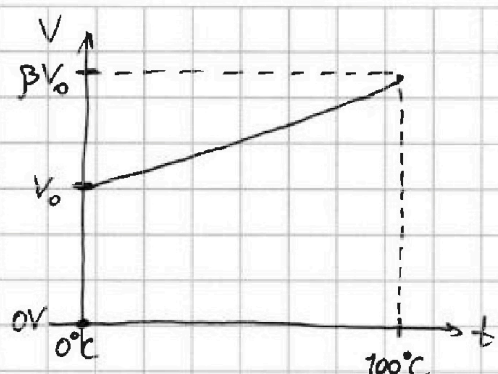


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Выводим зависимость $V(t)$ на промежутке
от t_0 до t_{100} :

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

a) $t = t_0; V = V_0 = \frac{m}{p}$

Пусть $V = kt + b \Rightarrow$

b) $t = t_{100}; V = \beta V_0 = \frac{\beta m}{p}$

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

$$\begin{cases} k = \frac{m(\beta - 1)}{p(t_{100} - t_0)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} b = \frac{m}{p} - \frac{m(\beta - 1)t_0}{p(t_{100} - t_0)} = \frac{m(t_{100} - t_0) - m(\beta - 1)t_0}{p(t_{100} - t_0)} \end{cases}$$

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

Итого:

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

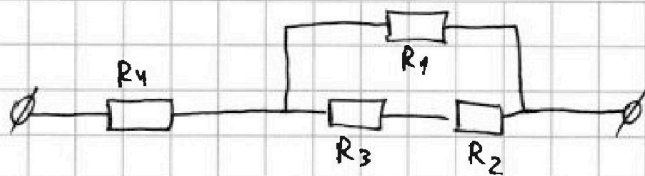
$$= 0,0006 \cdot 100 \text{ мм}^2 = 0,06 \text{ мм}^2 = S$$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

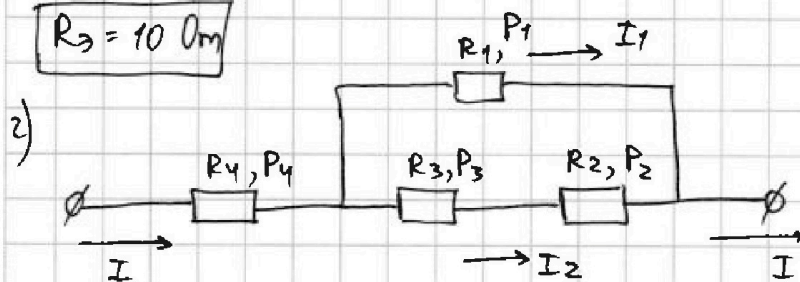
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!



$$1) R_{\Sigma} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = 1 + \frac{1,2 \cdot 6}{1,2 + 6} = 1 + \frac{7,2}{7,2} = 1 + 1 = 2 \text{ кОм} = 2000 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma} = 1000 \text{ Ом}$$



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

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

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

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

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

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

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

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

$$5) P_{\min} = P_2 = 4 \frac{4}{9} \text{ Вт}, 2 \text{ резистор.}$$



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 из соуд. с планом мар набран скоростью $v \rightarrow$

гвмн. вверх: $t = \frac{v}{g}$. $h = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{v^2}{g} - \frac{g v^2}{2g^2} = \frac{v^2}{2g} = h \rightarrow$

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

гвмн. вниз: $H = \frac{v}{2} t_1 \rightarrow t_1 = \frac{2H}{v}$; $v = a_1 t_1 = a_1 \frac{2H}{v} = v \rightarrow$

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

$ma_1 = mg - N_2 \cos \alpha = mg - \frac{mg \cos \alpha}{\sin \alpha \operatorname{tg} \alpha + \cos \alpha} = mg - \frac{mg}{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} = mg - \frac{mg}{4} =$
 $= \frac{3mg}{4} = ma_1 \rightarrow a_1 = \frac{3g}{4} \rightarrow$

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

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

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

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

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

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

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



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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

