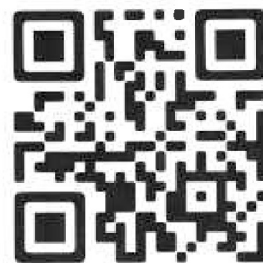




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

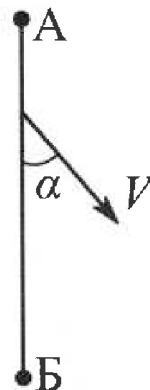
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

Допусти м, 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.

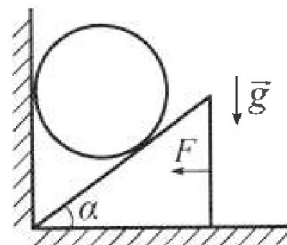
1. Найдите продолжительность T полета от старта до подъема на максимальную высоту.

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.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 09-02

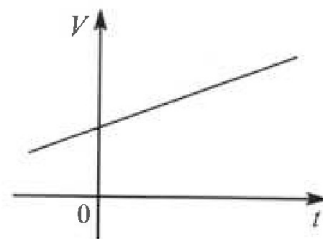
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



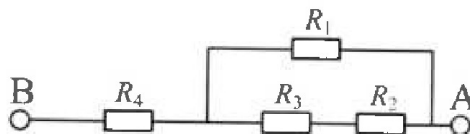
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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.



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.



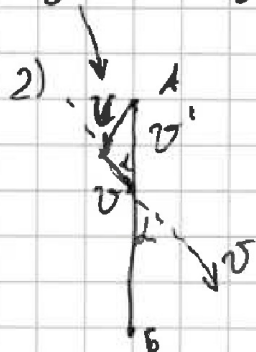
СТРАНИЦА
1 из 3

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

Задача №1.

1) Так как самолёт летит из $A \rightarrow B \rightarrow A$ за время $T_0 = 200 \text{ с}$, то его путь $L = 2S$

$$V = \frac{2S}{T_0} = \frac{4000}{200} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



V' - скорость аппарата в С.О. связанной с ветром.

Найдём V' по теореме косинусов.

$$V^2 = V^2 + V'^2 - 2VV' \cos \alpha \quad \text{Подставим}$$

числа

$$400 = 225 + V'^2 - 30 \cos \alpha V'$$

$$V'^2 - 30 V' \cos \alpha - 175 = 0$$

$$D = 900 \cos^2 \alpha + 400 \quad \text{отриц. корень не берём} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V' = 15 \cos \alpha + 5 \sqrt{4 \cos^2 \alpha + 4} - \text{зависимость скорости от угла между } \vec{AB} \text{ и } \vec{V}.$$

$$\text{По укл. } \sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

$$\text{Тогда: } T_1 = \frac{S}{V'} = \frac{S}{15 \cos \alpha + 5 \sqrt{4 \cos^2 \alpha + 4}} = 80 \text{ с}$$

~~Время минимально при $V' = \max \Rightarrow \cos \alpha = \max$~~

$$\Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

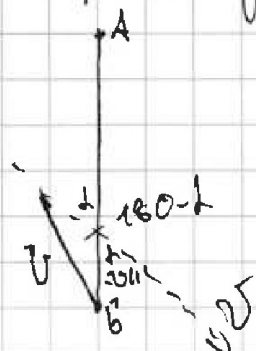


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

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

Рассмотрим движение из $B \rightarrow A$:



V'' - скорость из $B \rightarrow A$ отн. берега

$$\cos(180 - \alpha) = -\cos \alpha$$

По теореме косинусов:

$$V^2 = V'^2 + V''^2 + 2VV''\cos \alpha$$

$$400 = 225 + V''^2 + 30V''\cos \alpha$$

$$V''^2 + V'' \cdot 30\cos \alpha - 175 = 0 \quad D = 900\cos^2 \alpha + 400$$

$$V'' = -15\cos \alpha + 15\sqrt{9\cos^2 \alpha + 4}$$

$$S = V't_1$$

$$S = V''t_2$$

$$T = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \frac{S}{V'}$$

$$t_2 = \frac{S}{V''}$$

Из формул:

$$\frac{S}{V_{\text{ср}}} = T \text{ видно, что}$$

$$T = \min \text{ при } V_{\text{ср}} = \max$$

$$V_{\text{ср}} = \frac{2S}{\frac{S}{V'} + \frac{S}{V''}} = \frac{2V'V''}{V' + V''}$$

$$V_{\text{ср}} = \frac{2(-15\cos \alpha + 15\sqrt{9\cos^2 \alpha + 4})(-16\cos \alpha + 5\sqrt{9\cos^2 \alpha + 4})}{5 + 10\sqrt{9\cos^2 \alpha + 4}}$$

$$= \frac{25(9\cos^2 \alpha + 4) - 225\cos^2 \alpha}{5\sqrt{9\cos^2 \alpha + 4}} = \frac{145 + 35}{5\sqrt{9\cos^2 \alpha + 4}}$$

$$V_{\text{ср}}^2 = \frac{1225}{9\cos^2 \alpha + 4}$$

$$\left(\frac{1}{V_{\text{ср}}}\right)^2 = \frac{1}{V_{\text{ср}}^2} = \frac{9\cos^2 \alpha + 4}{1225}$$

$$\left(\frac{1}{V_{\text{ср}}}\right)^2 = 9$$

отсюда видно, что $V_{\text{ср}} = \max$ при $\cos \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$.



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
3 из 3

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

$$T_{\text{avg}}: v_{cp} = \frac{35}{\sqrt{4}} = 5\sqrt{4} \frac{M}{c} \Rightarrow T_{\text{min}} = \frac{2s}{v_{cp}} = \frac{4000}{5\sqrt{4}} = \frac{800}{\sqrt{4}} c$$

$$\text{ОТВЕТ: } 1) U = 20 \frac{M}{c}; \quad 2) T_1 = 80 c; \quad 3) \alpha = 90^\circ;$$

$$4) T_{\text{min}} = \frac{800}{\sqrt{4}} c$$

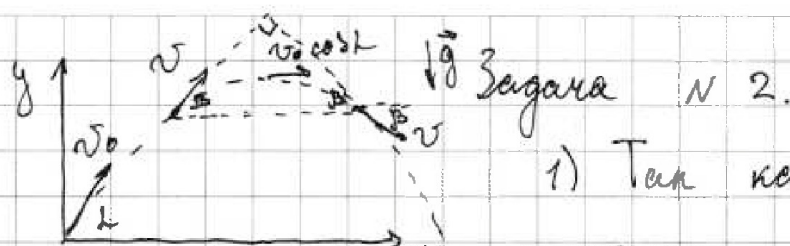


1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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) Так как параболы симметричны, то время

полета до подъема на макс. высоту

$$T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 1 \text{ c} \quad \left(\begin{array}{l} \text{тело движется по параболе так как} \\ \text{на него действует только сила} \\ \text{тяж.} \end{array} \right)$$

2) Из рисунка видно, что $\beta = 45^\circ \Rightarrow \tan \beta = 1$

$$Oy: v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad v_y = v_0 \sin \alpha - g t_1$$

$$v \sin \beta = v_0 \sin \alpha - g t_1$$

$$Ox: v_{0x} = v_0 \cos \alpha = \text{const}$$

$$v_0 \cos \alpha = v \cos \beta \quad v = v_0 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_0 \cos \alpha \tan \beta = v_0 \sin \alpha - g t_1$$

$$v_0 \sin \alpha = g T = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{так как на макс. выс.} \\ \text{проекция скорости на} \end{array} \right)$$

$$v_0 \cos \alpha = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \left(\begin{array}{l} O_y = 0 \end{array} \right)$$

$T_0 = 2T = 2 \text{ c}$ - общее время полета из симметрии параболы.

$$Ox: L = v_0 \cos \alpha T_0 = 10 \text{ м} - \text{дальность полета}$$

В конечной точке останется скорость $v' = v_0 \cos \alpha$, направленная по касательной к траектории движ.



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!

а центростремительное ускорение в этой точке:

$$a_y = g$$

тогда:

$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

радиус кривизны

$$g = \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g} = 2,5 \text{ м}$$

ОТВЕТ: 1) $T = 1 \text{ с}$; 2) $L = 10 \text{ м}$; 3) $R = 2,5 \text{ м}$



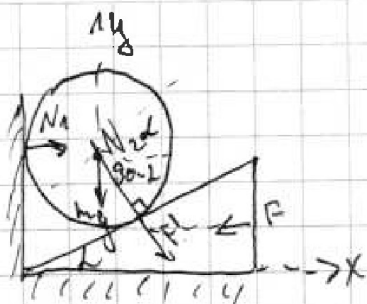
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 из 2

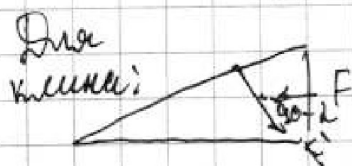
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Задача 13.

II ЗН для O_y : $N_2 = mg \cos L$

$|\vec{W}_2| = |\vec{F}|$ по III ЗН



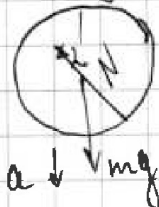
O_x : $F' \cos(90-L) = F$

$N \sin L = F$

$\tan L = \sqrt{3} \Rightarrow L = 60^\circ$

Рассматривать движение бусы от O_y ; чтобы

$N_{Oy} = 0$



II ЗН для O_y : $ma = mg - mg \cos^2 L$
 $a = g \sin^2 L$

Тогда из ЗСЭ: $mg h = \frac{mv_k^2}{2} - \text{конечная скорость призем.}$

Тогда из кинематики: O_y :

$h = \frac{v_k^2}{2g}$

$\Rightarrow \frac{h}{h} = \frac{g}{a} = \frac{1}{\sin^2 L} \Rightarrow$

$\Rightarrow h = 0,2 \text{ м}$

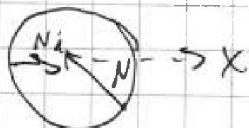


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\Pi \Rightarrow H \text{ для } QX: N_1 = mg \sin h \cos h = mg \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$(N_1)' = mg \cos^2 h - mg \sin^2 h = 0 - \text{пренеб.}$$

$$h = 45^\circ \Rightarrow N_1 = \text{MAX} = \frac{mg}{2} = N_{\text{MAX}}$$

ОТВЕТ: 1) $h = 60^\circ$; 2) $H = 0,2 \text{ м}$; 3) $N_1 = mg \frac{\sqrt{3}}{4}$;
4) $h = 45^\circ$; 5) $N_{\text{MAX}} = \frac{mg}{2}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Задача № 4.

Из графика видно, что при $t_0 = 0^\circ\text{C}$ $V_1 = \frac{m}{\rho}$ - объём при 0° , а при $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ $V_2 = \beta \frac{m}{\rho}$

Зададим функцию: $V = k t + \frac{m}{\rho} + k t_0$
уловый коэф.

$$\beta \frac{m}{\rho} = k t_{100} + \frac{m}{\rho} \quad k = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho}$$

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

$$t_1 = 50^\circ\text{C} \quad t_2 = 40^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = V_{50} - V_{40} = \frac{\beta - 1}{t_{100}} t_1 \frac{m}{\rho} + \frac{m}{\rho} + \frac{\beta - 1}{t_{100}} t_0 \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho} -$$

$$- \frac{\beta - 1}{t_{100}} t_0 \frac{m}{\rho} - \frac{\beta - 1}{t_{100}} t_2 \frac{m}{\rho} = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} (t_1 - t_2) \cdot 1000$$

умножим на тысячу, так как $\frac{1}{\rho} \text{ см}^3 \cdot \text{кг}^{-1} = \text{мм}^3$
 $\text{кг}^{-1} = 1000$

$$\Delta V = 0,6 \text{ мм}^3$$

ΔV_{100-0} - изменение объёма от 0° до 100°C соответственно равно: $\Delta V_{100-0} = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} (t_{100} - t_0) \cdot 1000 =$

$$= 6 \text{ мм}^3 = S L \Rightarrow S = \frac{\Delta V_{100-0}}{L} = 0,06 \text{ мм}^2$$

Ответ: 1) $V = \frac{\beta - 1}{t_{100}} t \frac{m}{\rho} + \frac{m}{\rho} + \frac{\beta - 1}{t_{100}} t_0 \frac{m}{\rho}$; 2)

$$\Delta V = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} (t_1 - t_2) \cdot 1000 = 0,6 \text{ мм}^3; \quad 3) S = 0,06 \text{ мм}^2$$

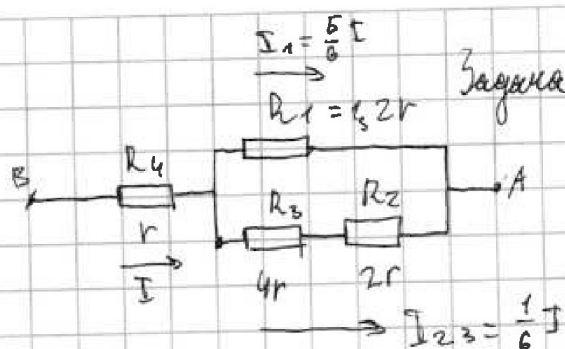


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



$R_{23} = R_3 + R_2 = 6r$ - сопротивление на участке с резисторами 2; 3. (послед. соед.)

$$R_{123} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{1.2r \cdot 6r}{1.2r + 6r} = r - \text{сопротивление на участке}$$

с резисторами 1; 2; 3 (парал. соед.)

$$R_{\text{экв}} = R_4 + R_{123} = 2r - \text{сопротивление всей цепи.}$$

I_1 - ток через резистор 1

I_{23} - ток через резисторы 2; 3.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_{23} = \frac{U}{R_{23}} \quad I_1 + I_{23} = I \text{ (по I пр. Кирхгофа)}$$

$$\frac{I_1}{I_{23}} = \frac{R_{23}}{R_1} = 5 \quad I_1 = 5 I_{23} \Rightarrow I_{23} = \frac{1}{6} I \quad I_1 = \frac{5}{6} I$$

$$P_1 = \left(\frac{5}{6} I\right)^2 \cdot 1.2r = \frac{200}{3} \text{ Вт} - \text{мощность на первом р.}$$

$$P_2 = \left(\frac{1}{6} I\right)^2 \cdot 2r = \frac{40}{9} \text{ Вт} - \text{мощ. на 2 резисторе.}$$

$$P_3 = \left(\frac{1}{6} I\right)^2 \cdot 4r = \frac{80}{9} \text{ Вт} - \text{мощ. на 3 рез.}$$

$$P_4 = I^2 r = 80 \text{ Вт.} - \text{мощ. на 4 рез.}$$



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!

$$P_0 = P_{01} + P_{02} - \text{при парал. сог.}$$

$$P_0 = \frac{P_{01} \cdot P_{02}}{P_{01} + P_{02}} - \text{при посл. сог.}$$

$$P_{23} = \frac{P_2 \cdot P_3}{P_2 + P_3} = \frac{80}{24} \text{ Вт}$$

$$P_{123} = \frac{P_{23} \cdot P_1}{P_{23} + P_1} = \frac{1880}{24} \text{ Вт}$$

$$P_{\text{общ.}} = \frac{P_{123} \cdot P_4}{P_{123} + P_4} = \frac{3460}{101} \text{ Вт} = 34 \frac{13}{101} \text{ Вт}$$

Наименьшая мощность рассеивается на рез. R_2 ,

так как у него самое маленькое сопротивление и через него идет самый малый ток.

$$P_{\text{min}} = P_2 = \frac{Q_{\text{до}}}{9} \text{ Вт} = 4 \frac{4}{9} \text{ Вт}$$

ОТВЕТ: 1) $R_{\text{экв}} = 10 \text{ Ом}$; 2) $P_{\text{общ.}} = 34 \frac{13}{101} \text{ Вт}$;

3) $P_{\text{min}} = 4 \frac{4}{9} \text{ Вт}$



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.

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!

558

$$\text{rpm} \quad t_0 = 0 \quad \frac{dV}{dt} = V = \frac{m}{\rho}$$

$$\text{rpm} \quad t_{100} = 100 \quad V = \beta \frac{m}{\rho}$$

task

$$V = kt + \frac{m}{\rho}$$

$$V = kt_{100} + \frac{m}{\rho} = \beta \frac{m}{\rho}$$

$$kt_{100} = (\beta - 1) \frac{m}{\rho}$$

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

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

$$\Delta V = V_{50} - V_{10} = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} \cdot 50 + \frac{m}{\rho} + \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} \cdot 10 - \left(\frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} \cdot 0 + \frac{m}{\rho} + \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} \cdot 0 \right)$$

$$= \frac{\beta - 1}{t_{100}} 40 \frac{m}{\rho} = \frac{\beta - 1}{t_{100}} (t_1 - t_2) \frac{m}{\rho} \cdot 1000$$

$$\Delta V_2 = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} + \frac{m}{\rho} + \frac{\beta - 1}{t_{100}} t_0 \frac{m}{\rho} - \left(\frac{\beta - 1}{t_{100}} t_0 \frac{m}{\rho} + \frac{m}{\rho} \right)$$

$$= \frac{\beta - 1}{t_{100}} t_0 \frac{m}{\rho} = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho} (t_{100} - t_0) \cdot 1000$$

$$S = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \frac{m}{\rho \cdot L} (t_{100} - t_0) \cdot 1000 =$$

$$= \frac{0,12}{100} \cdot \frac{0,004}{0,8 \cdot 100} \cdot 100 \cdot 1000 = \frac{0,12}{2} = 0,06 \text{ mm}^2$$

$$\frac{0,12}{100} \cdot \frac{0,004}{2} \cdot 1000 \cdot 100 = 6 \text{ mm}^3$$



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!

$$\frac{5}{6} I^2 r = \frac{5}{6} I^2 r$$

$$\frac{1}{6} I^2 r = \frac{I^2 r}{24}$$

$$\left(\frac{5}{6} + \frac{1}{24} \right) = \frac{45 + 2}{54} = \frac{47}{54} I^2 r$$

$$\frac{44}{54} I^2 r = \frac{44}{101} I^2 r$$

$$15 \cos L + 5 \sqrt{9 \cos^2 L + 16} = V_{\max}$$

$$-15 \sin L + 5 \sqrt{-9 \sin L \cos L - 9 \sin L \cos L}$$

$$(x')^2 = 2x \sin^2 L = -18 \sin L \cos L$$

$$\sin^2 L = \frac{16}{25} \Rightarrow \sin L = \frac{4}{5}$$

$$V_{\max} = \sqrt{V^2 + u^2} = \sqrt{400 + 225} = \sqrt{625} = 25 \frac{m}{s}$$

$$15 \cos L + 5 \sqrt{16 - 9 \sin^2 L} = -\cos L$$

$$-15 \sin L + 5 \sqrt{16 - 9 \sin L \cos L - 9 \sin L \cos L} =$$

$$= \text{при } L=0 \quad V_{\max} = 35 \frac{m}{s}$$

$$T_{\min} = \frac{2000}{38} = 50 \frac{50}{4} = 54 \frac{1}{4} c$$

$$\frac{25}{100} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{100} \rightarrow \frac{1}{400}$$

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!

$$\frac{5I}{6} \cdot 12r$$

$$\left(\frac{1}{6}I\right)^2 4r$$

$$\frac{25}{36} I^2 \cdot 4r$$

$$P_0 = \frac{\frac{25}{36} I^2 \cdot 4r}{\frac{54 + 44}{54}} =$$

$$= \frac{44}{109} I^2 r$$

$$I^2 R_0 = 2r I^2$$

$$I \cdot \frac{1}{6} I$$

$$a_y = \frac{v^2}{R} \quad v = v_0 \cosh k$$

$$R = \frac{v_0^2 \cosh^2 k}{g} = 2.5 \text{ м}$$

$$v_0 \sinh k - g t_1 = v \sin \beta$$

$$v_0 \sinh k - g t_1 = v_0 \cosh k \tanh \beta$$

$$v_0 (\sinh k - \cosh k) = g t_1$$

$$L = \frac{v_0^2 \sinh k \cosh k}{g} = \frac{10 \cdot 5}{20} = 5 \text{ м}$$

$$\tanh L = \frac{2H}{L} \quad L = \frac{2H}{\tanh L} = \frac{gt^2}{\tanh L} = \frac{10}{2} = 5 \text{ м}$$

$$H = \frac{gt^2}{2}$$

$$I^2 r$$

$$P_1 = \frac{5}{6} I^2 r$$

$$P_{23} = \frac{\left(\frac{1}{6}I\right)^2 \cdot 4r \cdot \left(\frac{1}{6}I\right)^2}{3 \cdot \left(\frac{1}{6}I\right)^2} =$$

$$= \frac{1}{36} \cdot \frac{4}{3} r = \frac{I^2}{24} r$$

$$P_{123} = I^2 r \left(\frac{5}{6} + \frac{1}{24} \right) = \frac{45 + 2}{54} =$$

$$= \frac{47}{54} I^2 r$$

$$\sinh k = \frac{4}{\sqrt{5}}$$

$$v_0 \sinh k - g t_2 =$$

$$\tanh^2 L + 1 = \cosh^2 L$$

$$\cosh L = \frac{1}{\sqrt{1 + \tanh^2 L}} =$$

$$v_0 \sinh k = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\beta = 45^\circ$$

$$\tanh \beta = 1$$

$$\frac{v_0 \cosh k}{\cosh \beta} = v \cosh \beta$$

$$10 - g t_1 = v_0 \cosh k$$

$$\frac{1}{\sqrt{5}} = v_0 \cosh k$$

$$\tanh k = 2$$

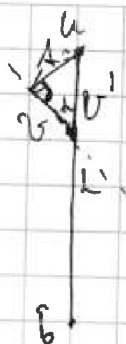


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 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!



$$\sin L = 0,8$$

$$\cos L = 0,6$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 32 \\ \hline 64 \\ 96 \\ \hline 1024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 0,6 \\ \hline 90 \end{array}$$

$$A \rightarrow B \rightarrow A \quad T_0 = 2000$$

$$4000 \mu \quad 458 = 2 \mu \mu =$$

$$= 2000 \mu$$

$$u = \frac{4000 \mu}{2000} = 20 \frac{\mu}{c}$$

$$u^2 = v^2 + v'^2 - 2vv' \cos L$$

$$400 = 225 + v'^2 - 30 \cos L v'$$

$$v'^2 - 30 \cos L v' - 175 = 0$$

$$D = 900 \cos^2 L + 400$$

$$v' = \frac{30 \cos L + \sqrt{900 \cos^2 L + 400}}{2}$$

$$= 15 \cos L + \sqrt{9 \cos^2 L + 4}$$

$$T_1 = \frac{3}{15 \cos L + \sqrt{9 \cos^2 L + 4}} = \frac{2000}{5\sqrt{0,24} + 9} = 800$$

$$\begin{array}{l} 100 \rightarrow 4 \\ 1000 \rightarrow 40 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \\ \sqrt{16} \end{array} \quad \begin{array}{l} 54 \\ 20 \\ 15 \end{array} = 35 \frac{\mu}{c}$$

$$400 = 225 + v'^2 - 30 \cos L v'$$

$$v'^2 - 30 \cos L v' - 175 = 0$$

$$D = 324 + 400 \quad \sqrt{D} = 32 \quad v' = \frac{18 + 32}{2} = 25$$

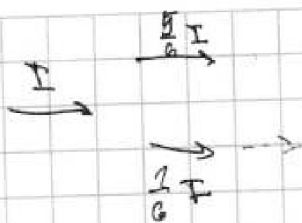
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\frac{12 \cdot 6 \text{ В}^2}{6 \cdot 2 \text{ В}} = 6$$

$$P_{\min} = \left(\frac{1}{6} I^2 \right) - 2I = \frac{I^2}{36} - 2I =$$

$$\frac{I^2}{36} \cdot 18 = \frac{16 \cdot 5}{9} =$$

$$= I^2 \cdot \frac{1}{18} = \frac{16 \cdot 5}{9} = \frac{40}{9} =$$

$$= \frac{80}{9} = 8 \frac{8}{9} \text{ Вт}$$

$$= 4 \frac{4}{9} \text{ Вт}$$

$$\frac{25 I^2}{36} \cdot 18 = \frac{25 \cdot 16 \cdot 5}{36} = \frac{200}{3} = 66 \frac{2}{3} \text{ Вт} = \frac{200}{3}$$

$$I^2 r = 16 \cdot 5 = 80 \text{ Вт}$$

$$\frac{80}{9} \cdot \frac{40}{9} = \frac{3200}{81} = \frac{80}{24}$$

$$\frac{80}{24} + \frac{200}{3} = \frac{1880}{24}$$

$$\frac{1880}{24} \cdot 80$$

$$= \frac{1880 \cdot 80}{101} = \frac{3760}{101} \text{ Вт}$$

$$= 37 \frac{13}{101} \text{ Вт}$$

$$\begin{array}{r} 101 \\ 36 \\ \hline 606 \\ 303 \\ \hline 3636 \\ 101 \\ \hline 3737 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3760 \\ - 3636 \\ \hline 124 \end{array}$$

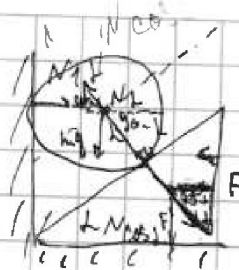


На одной странице можно оформить **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$N = mg \cos \alpha$$

$$|F'| = |N| = \frac{F}{\cos \alpha} = \frac{F}{\sin \alpha}$$

$$a = mg - mg \cos^2 \alpha$$

$$= mg \sin^2 \alpha$$

$$\sqrt{3} mg = mg \sin^2 \alpha$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$g \sin^2 \alpha = a$$

$$u = \frac{at^2}{2} = \frac{v_0^2}{2t} = 0$$

$$v_0 = gt$$

$$h = \frac{g}{2} t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{0.3}{10}}$$

$$h = v_0 T - \frac{g}{2} T^2$$

$$h = v_0 \sqrt{\frac{0.3}{10}} - \frac{10}{2} \frac{0.3^2}{10}$$

$$0.3 = v_0 \sqrt{\frac{0.3}{10}}$$

$$2mgH = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{3}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{3}{20} = 0.15 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$N_1 = N \cos(90 - \alpha) = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha = mg \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$N_1 = mg \frac{\sin^2 \alpha}{2}$$

$$N_1' = mg \cos^2 \alpha - mg \sin^2 \alpha =$$

$$= 0$$

$$\cos \alpha = \sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$N_1 = \frac{mg}{2}$$

$$mg + N \cos \alpha$$

$$H = \frac{v_n^2}{2a}$$

$$h = \frac{v_n^2}{2g}$$

$$\frac{H}{h} = \frac{g}{a} = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

$$H = \frac{h}{\sin^2 \alpha} = \frac{0.15 \cdot 4}{3}$$