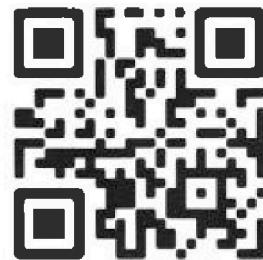


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

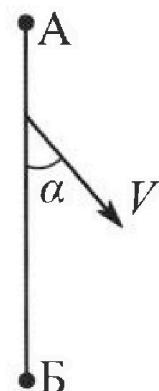


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 1.** Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту А → Б → А в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние АБ 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 АБ (см. рис.), $\sin \alpha = 0,8$.



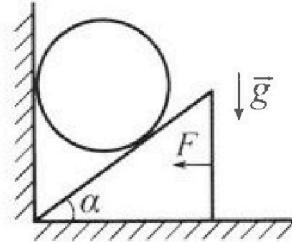
2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту А → Б → А минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} полета по маршруту А → Б → А.

- 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 поконится 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



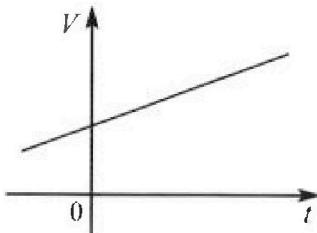
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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 $\rho = 0,8 \text{ г}/\text{см}^3$. 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 , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .

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

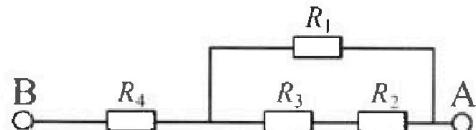


2. Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 40^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм^3 .
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм^2 .

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

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

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока $I = 4 \text{ А}$.



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.

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!

Задача 1.

При движении с U : $2S = UT_0 \Rightarrow U = \frac{2S}{T_0} = 20 \frac{m}{s}$.

Максимальные скорости при бегущем ног

углом α к АБ и из т. м. кое. найдем

скорости w_1 на АБ и w_2 на БА:

$$w^2 = V^2 + w_1^2 - 2Vw_1 \cos \alpha$$

$$w^2 = V^2 + w_2^2 + 2Vw_2 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6 \text{ из осн. пифаг. тройки.}$$

$$w_1^2 - w_1 \cdot 2V \cos \alpha + V^2 - w^2 = 0$$

$$w_1 = V \cos \alpha \pm \sqrt{V^2 - V^2 \sin^2 \alpha} = 9 \frac{m}{s} \pm 16 \frac{m}{s} = 25 \frac{m}{s} \quad (\text{м.к. } w_1, w_2 > 0)$$

$$w_2^2 + w_2 \cdot 2V \cos \alpha + V^2 - w^2 = 0$$

$$w_2 = -V \cos \alpha \pm \sqrt{V^2 - V^2 \sin^2 \alpha} = -9 \frac{m}{s} \pm 16 \frac{m}{s} = 7 \frac{m}{s}.$$

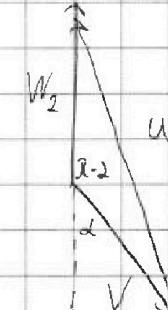
$$\text{Погодя } T = \frac{S}{w_1} + \frac{S}{w_2} = 200 \frac{32}{175} s = \frac{400 \cdot 32}{35} s = \frac{80 \cdot 32}{7} s = \frac{2560}{7} s$$

$$\text{Погодя } T_{\min} = \frac{S}{w_1} + \frac{S}{w_2} \rightarrow \min$$

$$\frac{w_1 + w_2}{w_1 w_2} \rightarrow \min$$

$$\frac{2\sqrt{w_1^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{(w_1^2 - V^2 \sin^2 \alpha) - V^2 \cos^2 \alpha} \rightarrow \min$$

$$\frac{2\sqrt{w_1^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{w_1^2 - V^2} \rightarrow \min$$





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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!

Задача 1.

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

Возьмем производную этого выражения:

$$0 + 0 - V^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \sin 2\alpha = 0$$

$$\Rightarrow \sin 2\alpha = 0; \pi$$

$\Rightarrow \alpha = 0; \frac{\pi}{2}$. (где отмечена сумма соотв. макс. выс., другой мин.)

Минимум выражения получим T_1 и T_2 при $\alpha = 0$ и $\alpha = \frac{\pi}{2}$:

$$T_1 = \frac{S}{V+U} + \frac{S}{U-V} = S \left(\frac{U-V+V+U}{U^2-V^2} \right) = \frac{2US}{U^2-V^2} = \frac{40}{175} \cdot 2000 \text{ C} = \frac{40 \cdot 80}{7} \text{ C} = \frac{3200}{7} \text{ C}$$

$$T_2 = \frac{S}{\sqrt{U^2-V^2}} + \frac{S}{\sqrt{U^2-V^2}} = \frac{2S}{\sqrt{175}} \text{ C} = \frac{4000}{5\sqrt{7}} \text{ C} = \frac{8000}{7} \text{ C} = \frac{8000\sqrt{7}}{7} \text{ C} = \frac{8000\sqrt{7}}{7} \text{ C}.$$

м.н. $\sqrt{7} < 4$, $T_2 < T_1$,

$$\Rightarrow T_{\min} = T_2 = \frac{800\sqrt{7}}{7} \text{ C}$$

Ответ: $U = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T_1 = \frac{2560}{7} \text{ C}$; $T_{\min} = \frac{800\sqrt{7}}{7} \text{ C}$.

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 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!

Задача 2.

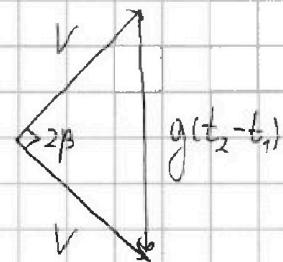
Пусть модуль скорости мяча в t_1 и t_2 равен V .

Построим векторный треугольник скоростей мяча:

По т-ме Диагонала,

$$2V^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$$

$$V = \sqrt{\frac{g(t_2 - t_1)}{2}}$$



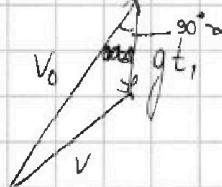
Пусть нач. скор. V_0 и угол при броске к вер-ти α .

Построим т-ки скоростей мяча через t_1 и t_2 после броска:

Запишем для них т-ки кос.:

$$V^2 = V_0^2 + g^2 t_1^2 - 2V_0 g t_1 \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$V^2 = V_0^2 + g^2 t_2^2 - 2V_0 g t_2 \cos(90^\circ - \alpha)$$

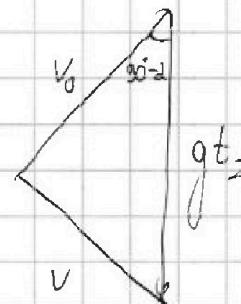


$$\Rightarrow g^2 t_2^2 - g^2 t_1^2 = (2V_0 g t_2 - 2V_0 g t_1) \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{g}{2V_0} \frac{t_2^2 - t_1^2}{t_2 - t_1} = \frac{g}{2V_0} (t_2 + t_1)$$

$$V_0^2 = V^2 - g^2 t_1^2 + g^2 t_1 (t_2 + t_1)$$

$$V_0 = \sqrt{g^2 t_1 (t_2 + t_1) + V^2 - g^2 t_1^2}$$



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

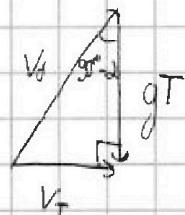
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

Задача 2.
Постройте траекторию скоростей через Т после броска:

т.к. это верхняя траектория, скорость в этот

момент горизонтальная, равна V_f . Погреш-



$$gT = V_0 \sin \alpha$$

$$T = \frac{t_2 + t_1}{2} = 1 \text{ с.}$$

Известно, что в траектории скорости вектора gT эквивалентны горизонт. перемещ. деленному на промеж-
щее с начала броска время, т.е.

$$\frac{\frac{1}{2}L}{T} = V_f = V_0 \cos \alpha = V_0 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{V_0^2 - \frac{g^2}{4} (t_2 + t_1)^2} = \\ = \sqrt{g^2 t_1 t_2 + V^2 - \frac{g^2}{4} (t_2 + t_1)^2} = g \sqrt{t_1 t_2 + \frac{(t_2 - t_1)^2}{4} - \frac{(t_2 + t_1)^2}{4}}$$

$$L = 2 \frac{t_2 + t_1}{2} g \sqrt{t_1 t_2 + \frac{(t_2 - t_1)^2}{4} - \frac{(t_2 + t_1)^2}{4}} = 10 \text{ м}$$

П.к. в верхней т. скор. перпендиц. гориз. уск. стоя ног, у него
в этот момент есть только нормальное ускорение, равное g :

$$g = \frac{V_f^2}{R} = \frac{L^2}{4T^2 R}$$

$$R = \frac{L}{4gT^2} = 2,5 \text{ м}$$

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

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 3.

Давим. сила, действ. на шар в проекции

на:

$$Oy: mg = N_2 \cos \alpha, N_2 - \text{сила со стор. клина на шар}$$

и на клин в проекции на:

$$Ox: F = N_2 \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{F}{mg} = \tan \alpha$$

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

пусть после отпуска шар движ. с уск a_2 , шар α_2 .

Предположим, шар до столкнов. кас. клина, ~~перпендикуляр~~

шар α_2

$$Oy: ma_2 = mg - N_2' \cos \alpha, N_2' - \text{новая сила со стор. клина на шар}$$

$$Ox: ma_2 = N_2' \sin \alpha$$

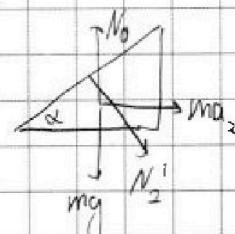
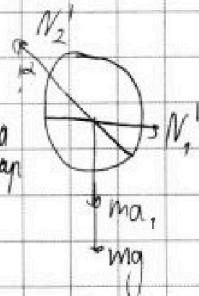
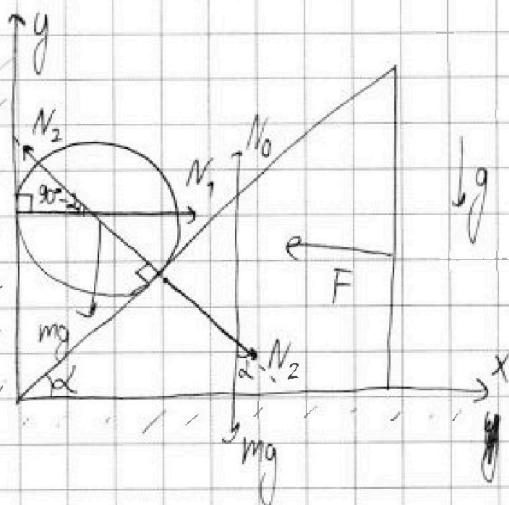
$$Ox: N_2' = N_2 \sin \alpha, N_2' - \text{новая сила со стор. стены}$$

$$Oy (в 1 сур.): N_0 = mg + N_2 \cos \alpha, N_0 - \text{сила со стор. пола}$$

$$Oy: N_0 = mg + N_2' \cos \alpha$$

$$\Rightarrow N_2' = N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha} = 2mg$$

$$\alpha_2 = g \tan \alpha$$





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.

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

Задача 3.

$N_1' = mg \tan \alpha$

$a_1 = g \tan \alpha$

$$N_1' = N_1 = mg \tan \alpha = 4\sqrt{3} M$$

$$a_1 = a_2 \tan \alpha = g \tan^2 \alpha$$

Погодя, если скор. шара при стоянк. v ,

$$v^2 = 2g \tan^2 \alpha M$$

$$v^2 = 2gh$$

$$M = \frac{h}{\tan^2 \alpha} = 5 \text{ см}$$

$$N_1' = mg \tan \alpha \rightarrow \max$$

$$\tan \alpha \rightarrow \max$$

$$\alpha \rightarrow 90^\circ$$

$$N_{\max} = mg / g \cdot \infty M = \infty M$$

Ответ: $\alpha = 60^\circ$; $M = 5 \text{ см}$; $N_1' = 4\sqrt{3} M$; при $\alpha \rightarrow 90^\circ$; $N_{\max} = \infty M$.

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

Задача 4

М.к. $V(t)$ зависит линейно, можно представить задачу в виде $V(t) = kt + b$, где k -коэф. накл., b -своб. коэф.

Запишем $V(t)$ и $V(t_0)$ и $V(t_{100})$:

$$V_0 = kt_0 + b, V_0 - \text{одрен при } t_0, V_0 = \frac{m}{\rho}$$

$$\beta V_0 = kt_{100} + b$$

$$V_0(\beta - 1) = k(t_{100} - t_0)$$

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

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

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

Получаем

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

Найдем

$$| \Delta V | = | (t_2 - t_0) \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho} - (t_1 - t_0) \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} - \frac{m}{\rho} | = | (t_2 - t_1) \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} | = \\ = | -10^\circ C \cdot \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \frac{kg}{m^3} \cdot 100^\circ C} | = | -0,1 \cdot \frac{0,0048}{0,8} \frac{m}{kg} | = 0,0006 \frac{m}{kg} = 0,6 \frac{mm}{kg}$$

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

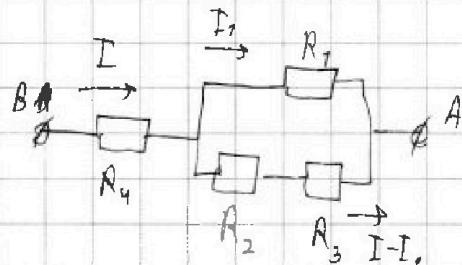
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5

III. К. Устье состоит из посл. и

паралл. соед. R_4 с R_1 и R_2, R_3 ,

$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3} = 2r = 10 \Omega$$



После подкл. схемы через R_4 потек ток I , $R_1 - I_1$, R_2 и $R_3 - I - I_1$,

то из III при-л. кипяток током

$$I, R_1 = (I_1 - I_1)(R_2 + R_3)$$

$$1,2 I_1 = (I - I_1) \cdot 6$$

$$6I_1 = 5I$$

$$I_1 = \frac{5}{6} I = \frac{20}{6} A$$

Из 3-го закона - Ампера, то резисторах вид. мощн:

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{2000}{36} \cdot 1,2 BT = \frac{200}{3} BT \quad - \text{на } R_1$$

$$P_2 = (I - I_1)^2 R_2 = \frac{40}{9} BT \quad - \text{на } R_2$$

$$P_4 = I^2 R_4 = 100 BT \quad - \text{на } R_4$$

$$P_3 = (I - I_1)^2 R_3 = \frac{80}{9} BT \quad - \text{на } R_3$$

Изога P_{\min} вид. на 2-ре, $P_{\min} = P_2 = \frac{40}{9} BT$. Изога $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 160 BT$

Ответ: $R_{\text{экв}} = 10 \Omega$; $P = 160 BT$; $P_{\min} = \frac{40}{9} BT$.



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

Задача 4

Площадь чул. обечай при нарезке от t_0 до t_{100} : ΔV_{100} :

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

* Площадь ΔV_{100} - объем чул. чул. сеч. S и выс. L:

$$S = \frac{\Delta V_{100}}{L} = \frac{m(\beta-1)}{\rho L} = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} \text{ м}^2 = \frac{0,0048}{8} \text{ м}^2 = 0,0006 \text{ м}^2 = 0,06 \text{ мм}^2$$

$$(Объем: V(t) = (t-t_0) \frac{m(\beta-1)}{\rho(t_{100}-t_0)} + \frac{m}{\rho}, \Delta V = 0,6 \text{ мм}^3; S = 0,06 \text{ мм}^2)$$



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.

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!

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
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!

$$F = N_2 \sin \alpha$$

$$mg = N_1 \cos \alpha$$

$$E = \tan \alpha$$

$$mg$$

$$\tan \alpha = \sqrt{3} \quad \alpha = 60^\circ$$

$$ma_1 = mg - N_2' \cos \alpha$$

$$N_1 = N_2' \sin \alpha$$

$$ma_2 = N_2' \sin \alpha$$

$$N_1 = ma_2$$

$$N_2' \cos \alpha = mg$$

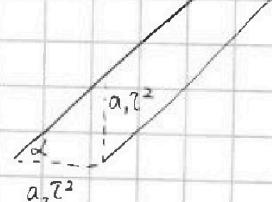
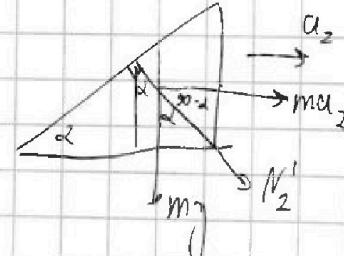
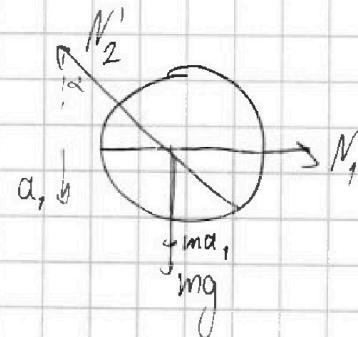
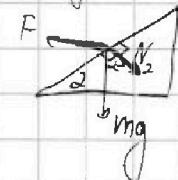
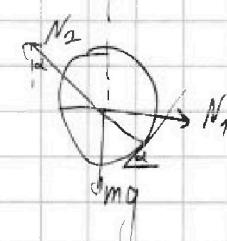
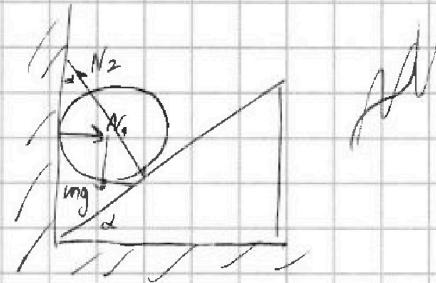
$$N_2' = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$ma_2 = mg \tan \alpha$$

$$\alpha_2 = g \tan \alpha = g \sqrt{3}$$

$$N_1 = mg \tan \alpha$$

$$\text{Множитель } \alpha_1 + \tan \alpha = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \quad \alpha_1 = \alpha_2 \tan \alpha = g \tan^2 \alpha = 3g > g \Rightarrow \alpha_1 = g$$





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

1

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!

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.



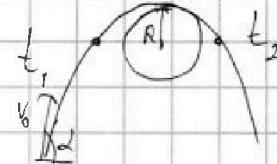
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

$$2V^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$$

$$v = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \frac{m}{s}$$



$$V^2 = V_0^2 + g^2 t_1^2 - 2V_0 g t_1 \cos \alpha$$

$$V^2 = V_0^2 + g^2 t_2^2 - 2V_0 g t_2 \cos \alpha$$

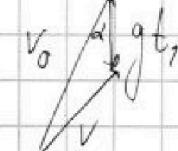
$$g^2 t_1^2 - g^2 t_2^2 = 2V_0 g t_2 \cos \alpha - 2V_0 g t_1 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha \cdot (2V_0 g t_2 - 2V_0 g t_1) = g^2 t_2^2 - g^2 t_1^2$$

$$\cos \alpha = \frac{gt_2^2 - gt_1^2}{2V_0 t_2 - 2V_0 t_1} = \frac{1}{V_0} \cdot 10 \frac{m}{s} = \frac{1}{2V_0} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$V^2 = V_0^2 + g^2 t_1^2 - 2V_0 g t_1 \frac{gt_2^2 - gt_1^2}{2V_0 t_2 - 2V_0 t_1}$$

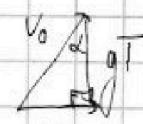
$$V_0^2 = \sqrt{V^2 - g^2 t_1^2 + g t_1 \frac{gt_2^2 - gt_1^2}{t_2 - t_1}} = \sqrt{50 - 25 + 5 \frac{22,5 - 2,5}{1}} = \sqrt{25 + 100} = 15 \frac{m}{s}$$



$$\begin{aligned} & 10 \sqrt{0,75} = 10 \cdot 0,866 \\ & = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$gT = V_0 \cos \alpha = \frac{gt_2^2 - gt_1^2}{2t_2 - 2t_1}$$

$$T = \frac{t_2^2 - t_1^2}{2t_2 - 2t_1} = \frac{2,25 - 0,25}{2} = 1 \text{ s}$$



$$\frac{tg \alpha}{2} \cdot \frac{1}{2gT} = \frac{L}{4gT^2}$$

$$(gt_2^2 - gt_1^2)^2$$

$$tg^2 \alpha + 1 = \frac{1}{cos^2 \alpha}$$

$$tg \alpha = \frac{1}{cos^2 \alpha - 1}$$

$$\begin{aligned} & V_0 \quad \text{---} \\ & V_T \quad \text{---} \\ & 2gT \quad \text{---} \\ & V_0 \quad \text{---} \\ & V_T \quad \text{---} \end{aligned}$$

L =

1

$\sqrt{gt_2^2}$



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.

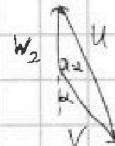
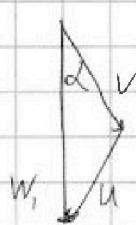
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

$$2S = UT_0$$

$$U = \frac{2S}{T_0} = \frac{4080 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$64 \cdot 4 = 240 + 16 \Rightarrow 256$$

$$\cos 135^\circ =$$

$$\cos \alpha = 0,6$$



$$\cos 16^\circ =$$

$$W_1, W_2 \quad U^2 = V^2 + W_1^2 + 2VW_1 \cos \alpha$$

$$W_1^2 - 2VW_1 \cos \alpha - V^2 + U^2 = 0$$

$$W_1 = \frac{2V \cos \alpha \pm \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4V^2 + 4U^2}}{2}$$

$$W_1 = V \cos \alpha \pm \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2} \approx 15 \cdot \frac{3}{5} + \sqrt{225 \cdot \frac{9}{25}}$$

$$W_1 = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$-225 + 24 \cdot 400 =$$

$$= 9 + \sqrt{481 - 225} = 9 + \sqrt{256} = 9 + 16 = 25$$

$$W_2, V = U^2 = V^2 + W_2^2 + 2VW_2 \cos \alpha$$

$$W_2^2 + 2VW_2 \cos \alpha + V^2 - U^2 = 0$$

$$W_2 = -V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}$$

$$W_2 = -9 + 16 = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T_1 = \frac{S}{W_1} + \frac{S}{W_2} = \frac{2000}{7} + \frac{2000}{24} \text{ с} = 2000 \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{24} \right) \approx$$

$$T_1 = \frac{S}{W_1} + \frac{S}{W_2} \rightarrow \min$$

$$\frac{W_1 + W_2}{W_1 W_2} \rightarrow \min$$



$$+ U^2 - V^2 \sin^2 \alpha \rightarrow \min$$

$$(V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2) / V^2 \cos^2 \alpha \rightarrow \min$$

$$V^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$(V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2) / V^2 \cos^2 \alpha \rightarrow \min$$

$$\sin 2\alpha = 0$$

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

$$2\alpha = 0; 90^\circ$$

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

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 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!

$$\Delta V = \frac{m}{P} (\beta - 1) = \frac{t_2 - t_1}{t_{100} - t_0} \frac{m(\beta - 1)}{P}$$

$$\frac{10,95}{10,12} \frac{48}{80000} = 6 \cdot 10^{-9}$$

$$\Delta V = (t_2 - t_1) \frac{\frac{m}{P} (\beta - 1)}{t_{100} - t_0} = 0,1 \cdot \frac{(0,05 \cdot 0,12)}{t_{100} - t_0} = 0,1 [0,006] \text{ см}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$\Delta V_{100} = \frac{m}{P} (\beta - 1) = 6 \text{ мм}^3$$

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

1 2 3 4 5
✓ ✓ ✓ ✓ ✓

$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = r + \frac{1,2 \cdot 6 \cdot r^2}{7,2r} = 2r = 10 \text{ Ом}$$

$$6 \cdot 12 = 72$$

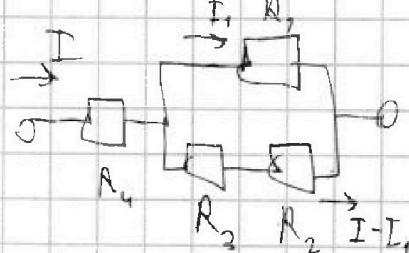
$$I_1 R_1 = (I - I_1) (R_2 + R_3)$$

$$1,2 I, r = (I - I_1) 6r$$

$$I_1 = 5I - 5I_1$$

$$6I_1 = 5I$$

$$I_1 = \frac{5}{6} I = \frac{20}{6} \text{ А}$$



$$\frac{20}{6} + \frac{4}{6} = \frac{24}{6} = 4$$

$$\frac{20}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{2}{6} = \frac{24}{6} = 4 \quad \frac{72}{36} =$$

$$P = I^2 R_4 + I_1^2 R_1 + (I - I_1)^2 (R_2 + R_3) = 16rA + \frac{100}{36} 1,2r + \frac{16}{36} 6r = 16r + \frac{100}{36} r + \frac{8}{3} r =$$

$$= 16r + \frac{40}{3} r + \frac{8}{3} r = 16r + \frac{48}{3} r = 32r = 160 \text{ Вт}$$

$$P_1 = \frac{400}{36} \cdot 1,2r = \frac{40}{3} r = \frac{200}{3} \text{ Вт} \approx 67$$

$$\frac{20}{6} \cdot 6r = 20r$$

$$P_2 = \frac{16}{36} 2r = \frac{2}{9} r = \frac{40}{9} \text{ Вт} \approx 4,5 \text{ Вт}$$

$$P_3 = \frac{16}{36} 6r = \frac{8}{3} r = \frac{60}{9} \text{ Вт} \approx 9 \text{ Вт}$$

$$P_u = 160 \text{ Вт}$$



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

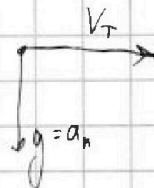
$$\frac{L}{\pi} = V_0 \sin \alpha = V_0 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = V_0 \sqrt{1 - \frac{1}{V_c^2} \left(\frac{gt_2^2 - gt_1^2}{2t_2 - 2t_1} \right)^2}$$

$$L = 2T \sqrt{V_0^2 - \left(\frac{gt_2^2 - gt_1^2}{2t_2 - 2t_1} \right)^2} = 2 \sqrt{125 - 100} = 10 \text{ м}$$

$$R \cdot R \quad a_n = g = \frac{V_T^2}{R}$$

$$V_T = \frac{L}{2T} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R = \frac{V_T^2}{g} = 2.5 \text{ м}$$



$$V = \frac{m}{\rho(t)}$$

$$V_0 = \frac{0,04 \Gamma}{0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}} = \frac{1}{20} \text{ м}^3 = 0,05 \text{ м}^3 = 50 \text{ мм}^3$$

$$\beta V_0 = \frac{m}{\rho(t_{100})}$$

$$\rho(t_{100}) = \frac{m}{\beta V_0} = \frac{0,04}{1,12 \cdot 0,05} = \frac{4}{5 \cdot 1,12} = \frac{4}{5,6} = \frac{40}{56} = \frac{5}{7} \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

$$\rho(t) = \rho_0 \quad V(t) = \rho \cdot \frac{m}{\rho_0} kt + \frac{m}{\rho_0}$$

$$kt = \frac{m}{\rho_0 \rho}$$

$$\rho(t_0) = \frac{0,04}{0,05} \quad kt_{100} = \frac{0,04}{\frac{5}{7} \cdot 0,05} \quad \rho = \frac{P}{\rho_0}$$

$$k = \frac{A(\frac{1}{P} - 1)}{(t_{100} - t_0)}$$

$$k = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

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

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

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