



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.

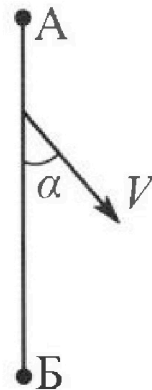
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

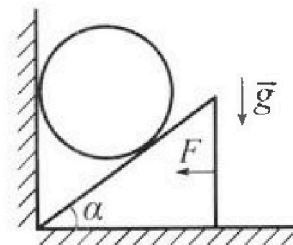
1. Найдите продолжительность T полета от старта до подъема на максимальную высоту.

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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

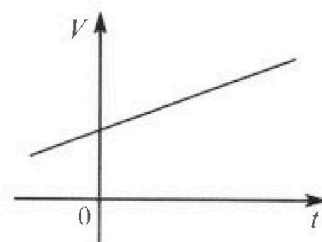
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.



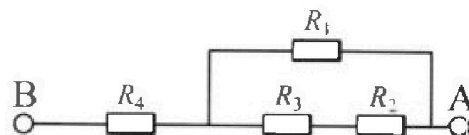
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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.

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 (продолжение)
упростить, получим:

$$T = 5 \cdot \frac{2\sqrt{v^2 \cos^2 \alpha - v^2 + u^2}}{u^2 - v^2}; \text{ выражение принимает минимальное значение при } \cos \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ.$$

$$T_{\min} = 25 \cdot \frac{\sqrt{u^2 - v^2}}{u^2 - v^2} = 2 \cdot 2000 \text{ м} \cdot \frac{\sqrt{175 \text{ м}^2/\text{с}^2}}{175 \text{ м}^2/\text{с}^2} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с} \approx 300 \text{ с}$$

Ответ: 1) 20 м/с

2) 80 с

3) 90°

4) ~~800~~ с $\frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с} \approx 300 \text{ с}$



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

Дано:

$$T_0 = 200 \text{ с}$$

$$V = 2 \text{ км/с}$$

$$V = 15 \text{ м/с}$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

Найти:

$$U - ? \text{ м/с}$$

$$T_1 - ? \text{ с}$$

$$T_{\min} - ? \text{ с}$$

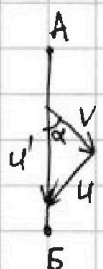
$$\alpha_{\min} - ?$$

Решение:

1) Без ветра движение с постоянной скоростью $\Rightarrow$

$$\Rightarrow U = \frac{25}{T_0} = \frac{2 \cdot 2 \text{ км}}{200 \text{ с}} = 0,02 \text{ км/с} = 20 \text{ м/с}$$

2) Векторы скорости при полёте A $\rightarrow$ Б



U' — скорость, которую будет иметь летательный аппарат вследствие ветра при условии, что будет лететь строго по прямой. Запишем теорему косинусов:

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

$$D = b^2 - 4ac = 4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)$$

$$U' = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{2V \cos \alpha \pm \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}}{2} = V \cos \alpha \pm \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}$$

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

$$U' = 15 \text{ м/с} \cdot 0,6 \pm \sqrt{(15 \text{ м/с})^2 \cdot 0,6^2 - (15 \text{ м/с})^2 + (20 \text{ м/с})^2} = 9 \text{ м/с} \pm 16 \text{ м/с}$$

$$\Rightarrow U' = 25 \text{ м/с} \text{ (отрицательный корень не подходит)}$$

$$T_1 = \frac{S}{U'} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} = 80 \text{ с}$$

3) П/м случай из Б в А:

теор. косинусов:

$$U^2 = U''^2 + V^2 - 2U''V \cdot \cos(180^\circ - \alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U''^2 + 2U''V \cos \alpha + V^2 - U^2 = 0 \text{ (} \cos(180^\circ - \alpha) \text{ заменим на } -\cos \alpha \text{)}$$

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

$$T - \text{ время в общем случае; } T = \frac{S}{U'} + \frac{S}{U''}$$

$$T = S \left(\frac{1}{V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}} + \frac{1}{-V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}} \right)$$



U'' — аналогично скорости аппарата, при которой он будет лететь прямо при ветре.



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!

2.

Дано:

$$t_1 = 0,5 \text{ c}$$

$$t_2 = 1,5 \text{ c}$$

$$|\vec{v}(t_1)| = |\vec{v}(t_2)|$$

$$\vec{v}(t_1) \perp \vec{v}(t_2)$$

Найти:

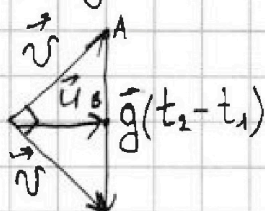
$$T - ? \text{ c}$$

$$L - ? \text{ м}$$

$$R - ? \text{ м}$$

Решение:

Запишем векторный способ скорости:



U - скорость в моменты t_1 и t_2

U - горизонтальная составляющая скорости. Скорость

будет равна U в верхней точке, когда вертикальная составляющая движения

по теореме Пифагора:

$$g(t_2 - t_1)^2 = 2U^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} g(t_2 - t_1)$$

U является перпендикуляр к g (т.к.

U горизонтальна, а g вертикальна) $\Rightarrow U$ это высота, медиана и биссектриса $\Rightarrow AB = \frac{1}{2} g(t_2 - t_1)$, $\angle B = 90^\circ$, а остальные по теореме Пифагора со сторонами $\frac{1}{2} g(t_2 - t_1)$, U и $U \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{он равнобедренный} \Rightarrow U = \frac{1}{2} g(t_2 - t_1) = 5 \text{ м/с}$$

Время $\frac{1}{2}(t_2 - t_1) = 0,5 \text{ c}$ и является временем полета t_1 , которое понадобится чтобы донести до верхней точки траектории.

$$\Rightarrow \frac{1}{2}(t_2 - t_1) + t_1 = T = 1 \text{ c}; \Rightarrow T_{\text{полное}} = 2 \text{ c}$$

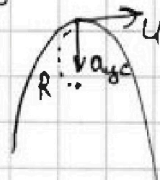
$$L = U \cdot T_{\text{полное}} = 5 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ c} = 10 \text{ м}$$

$$R_{\text{кривизны}} = \frac{U^2}{a_{\text{норм}}} ; \text{ здесь } a_{\text{норм}} = g = R = \frac{U^2}{g} = \frac{25 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 2,5 \text{ м}$$

Ответ: 1) 1 c

2) 10 м

3) 2,5 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.

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!

из 2 закона Ньютона! ☒ 3

$$m a_{\text{шара}} = mg - N_2 \cos \alpha$$

$$m a_{\text{шара}} = N_2 \sin \alpha$$

$$N_1 = N_2 \cdot \sin \alpha$$

$$N_1 = m a_{\text{шара}}; a_{\text{шара}} = a_{\text{шара}} \cdot \operatorname{ctg} \alpha; a_{\text{шара}} = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m}$$

$$N_1 = \operatorname{ctg} \alpha \cdot (mg - N_2 \cos \alpha); N_1 = \operatorname{ctg} \alpha \cdot mg - N_2 \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha$$

~~Ответ: $\alpha = 60^\circ$; $N = 0,2 \text{ Н}$~~

$$N_1 = \frac{3}{\sqrt{3}} \cdot 4 \text{ Н} = N_2 = \frac{m a_{\text{шара}}}{\operatorname{ctg} \alpha \cdot \sin \alpha}$$

$$N_1 = m a_{\text{шара}} = 0,4 \text{ кг} \cdot 2,3 \sqrt{3} \text{ м/с}^2 \text{ Н}$$

Ответ: $\alpha = 60^\circ$; $N = 0,2 \text{ Н}$; $N_1 = 0,4 \cdot 2,3 \sqrt{3} \text{ Н}$



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!

Дано: Решение: ☒ 3

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$F = \sqrt{3} mg$$

Найти:

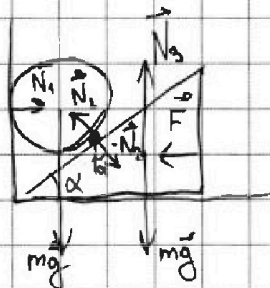
$$\alpha - ?$$

$$H - ?$$

$$N_1 - ?$$

$$\alpha_{N_1 \text{ max}} - ?$$

$$N_{\text{max}} - ?$$



Запишем 2 закон Ньютона в проекциях на горизонталь для кинка:

$$F - N_2 \sin \alpha = 0$$

$$F = N_2 \sin \alpha$$

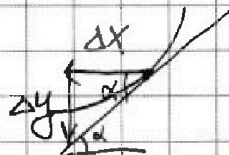
аналогично 2 3.Н. для шара в проекции на хор вертикаль:

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

$$mg = N \cos \alpha ; N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha} ; F = mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

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

2) Рассмотрим момент касания:



$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan \alpha \Rightarrow \frac{v_{\text{шара}}}{v_{\text{кинка}}} = \tan \alpha = \frac{a_{\text{шара}}}{a_{\text{кинка}}}$$

В момент удара шар отскочит так же под углом $60^\circ \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{v_{\text{шара}}}{v_x} = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow \frac{m v_y^2}{2} = mgh \Rightarrow v_y = \sqrt{gh \cdot 2} = \sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$v_{\text{шара}} = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = \sqrt{v_y^2 + \frac{v_y^2}{\tan^2 \alpha}} = \sqrt{3 + 1} \text{ м/с} = 2 \text{ м/с}$$

~~$$\frac{m v_{\text{шара}}^2}{2} = mgh \Rightarrow H = \frac{v_{\text{шара}}^2}{2g} = \frac{4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,2 \text{ м}$$~~

$$\frac{m v_{\text{шара}}^2}{2} = mgh \Rightarrow H = \frac{v_{\text{шара}}^2}{2g} = \frac{4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,2 \text{ м}$$

$$v_y^2 = 2H \cdot a_{\text{шара}} \Rightarrow a_{\text{шара}} = \frac{v_y^2}{2H} = \frac{3 \text{ м}^2/\text{с}^2}{0,4 \text{ м}}$$

$$a_{\text{шара}} = 7,5 \text{ м/с}^2 \Rightarrow a_{\text{кинка}} = a_{\text{шара}} \cdot \tan \alpha = 7,5 \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ м/с}^2 = 2,5 \sqrt{3} \text{ м/с}^2$$



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!

Дано:

$$\begin{aligned} t_0 &= 0^\circ\text{C} \\ t_{100} &= 100^\circ\text{C} \\ L &= 100 \text{ мм} \\ m &= 0,042 \\ \rho &= 0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \\ \beta &= 1,12 \end{aligned}$$

Найти:

- 1) $V(t)$ - ?
- 2) $|\Delta V|$ - ?
- 3) S - ?

Решение:

4

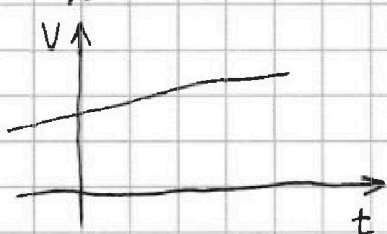


график $V(t)$ имеет вид $y = kx + b$
сразу понимаем, что $b = 0$ (начало при нуле, $\Rightarrow b = \frac{m}{\rho}$)

в роли x здесь t , а k зависит
приведите выражение к значению $\beta \cdot \frac{m}{\rho}$ при 100°C
и к $\frac{m}{\rho}$ при 0°C

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

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

$$2) \Delta V = V(t_1) - V(t_2) = \frac{m}{\rho} \left(\frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} t_1 + 1 - \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} t_2 - 1 \right)$$

$$\Delta V = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot (t_1 - t_2); \quad t_1 = 50^\circ\text{C}; \quad t_2 = 40^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = \frac{0,042}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \cdot \frac{1,12 - 1}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C}; \quad \Delta V = 0,0006 \text{ см}^3 = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$S = \frac{V_0}{L}; \quad V_0 = V(100^\circ\text{C}) - V(0^\circ\text{C})$$

$$V_0 = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot (t_{100} - t_0); \quad V_0 = \frac{m(\beta - 1)}{\rho} = \frac{0,042 \cdot 0,12}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 0,006 \text{ см}^3 = 6 \text{ мм}^3$$

$$S = \frac{V_0}{L} = \frac{6 \text{ мм}^3}{100 \text{ мм}} = 0,06 \text{ мм}^2$$

$$\text{Ответ: } 1) V(t) = \frac{m}{\rho} \left(\frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} \cdot t + 1 \right)$$

$$2) \Delta V = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$S = 0,06 \text{ мм}^2$$



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!

5.

Дано:

$$R_1 = 1,2r$$

$$R_2 = 2r$$

$$R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

$$r = 50 \text{ Ом}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

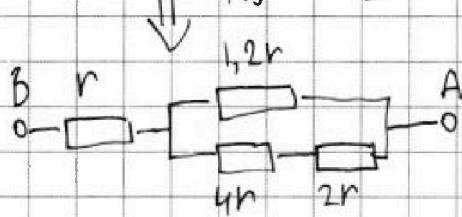
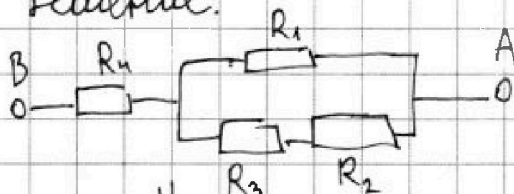
Найти:

$$R_{\text{экв}} - ?$$

$$P - ?$$

$$P_{\text{min}} - ?$$

Решение:



найдем сопротивление параллельного участка цепи:

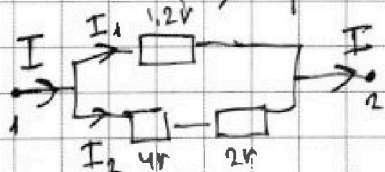
$$\frac{1}{R''} = \frac{1}{1,2r} + \frac{1}{2r+4r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R'' = \frac{7,2r^2}{7,2r} = r$$

$$\Rightarrow R_{\text{экв}} = R_4 + R'' \Rightarrow R_{\text{экв}} = 2r = 100 \text{ Ом}$$

$$2) P_{\text{общ}} = I_{\text{общ}}^2 \cdot R_{\text{общ}} \Rightarrow P = I^2 \cdot R_{\text{экв}} = 16 \text{ А}^2 \cdot 100 \text{ Ом} = 160 \text{ Вт}$$

3) P_{min} : на схеме на участках параллельного соединения и R_4 ток и сопротивления равны $\Rightarrow$ минимальная мощность выделяется на одном из резисторов параллельного соединения. По 1-й правилу Кирхгофа:



$$\varphi_1 - \varphi_2 = 1,2r \cdot I_1 = I_2 \cdot 6r$$

$$\Rightarrow I_1 = 5I_2$$

мощность на верхней ветви $1,2r \cdot 25I_2^2$

на нижней: $6r \cdot I_2^2 \Rightarrow$ резистор с P_{min} на нижней ветви.

через R_3 и R_2 течёт равный ток $\Rightarrow P_{\text{min}}$ на том, кто имеет наименьшее сопротивление, то есть $R_2 = 2r$

$$P_{\text{min}} = I_2^2 \cdot 2r; I_2 = I - I_1 \text{ (по 1-й правилу Кирхгофа)}$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{1}{6} I = \frac{2}{3} \text{ А}; P_{\text{min}} = \frac{4}{9} \text{ А}^2 \cdot 100 \text{ Ом} = \frac{40}{9} \text{ Вт} \approx 4,44 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) 100 Ом; 2) 160 Вт; 3) на R_2 ; 4,44 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
☐

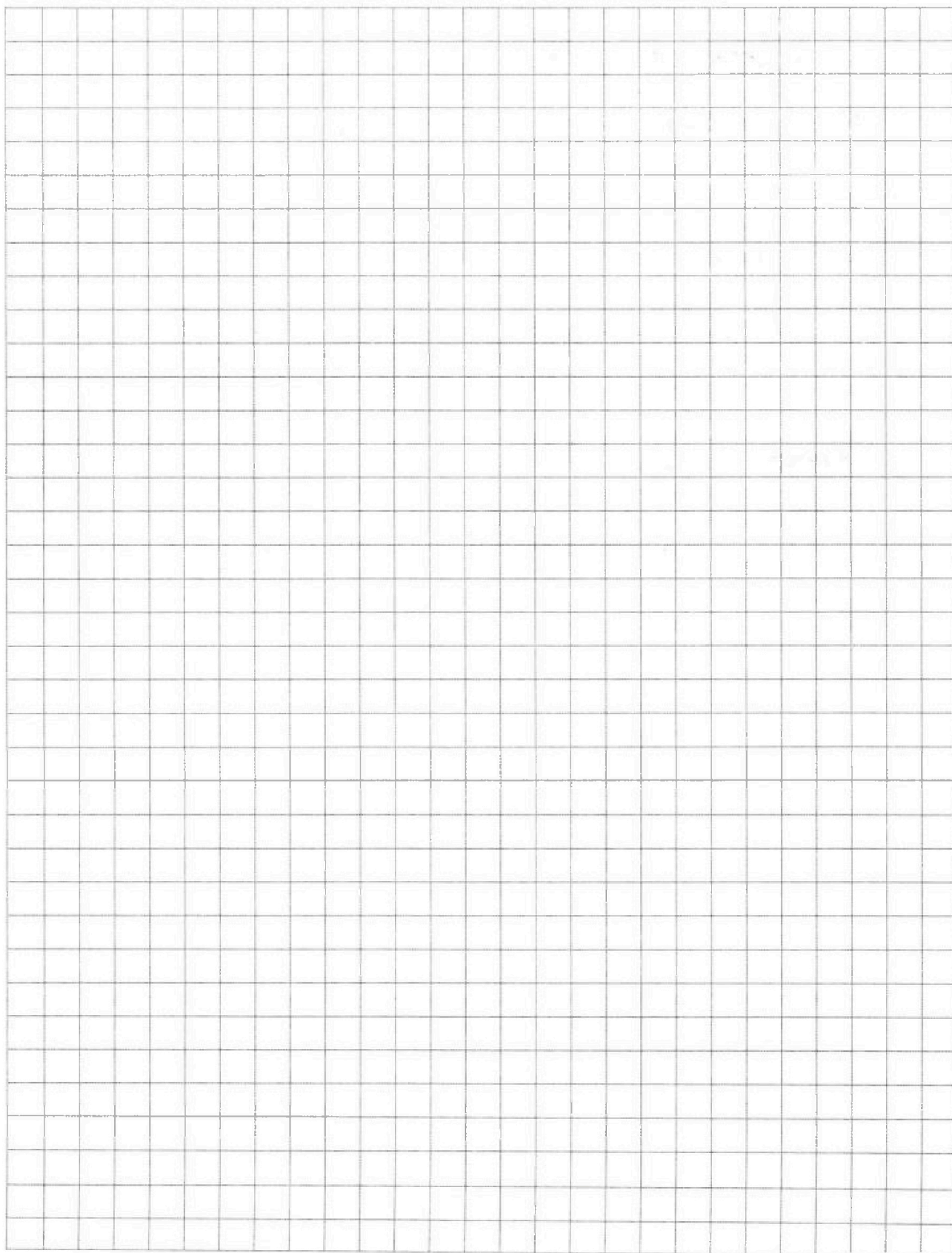
5
☐

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!



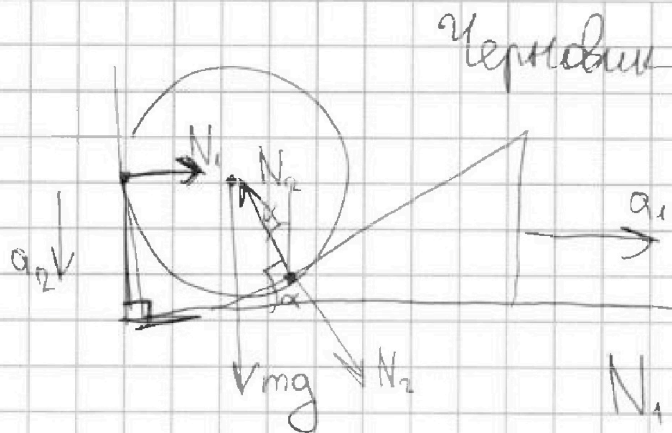


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



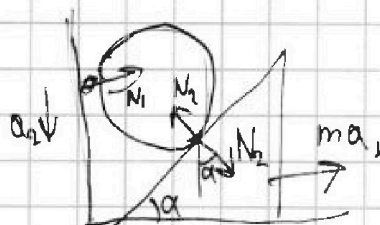
$$ma_1 = N_2 \sin \alpha$$

$$N_1 = N_2 \sin \alpha$$

$$N_1 = ma_1$$

$$N_1 = F = mg \tan \alpha \quad 4,73$$

$$N_1 = 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \infty \quad 0,473 \overline{6} \quad 0,8$$



$$ma_1 = N_2 \sin \alpha$$

$$-N_2 \cos \alpha + mg = ma$$

$$N_2 = \frac{m(g - a_2)}{\cos \alpha}$$

$$N_1 = N_2 \sin \alpha$$

$$N_1 = m(g - a_2) \cdot \tan \alpha$$

$$N_2 = \underline{ma_1}$$

$$\frac{dy}{dx} = \tan \alpha$$

$$a_1 = \frac{N_2 \sin \alpha}{m}$$

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

$$N_1 = m \left(g - \tan \alpha \frac{N_2 \sin \alpha}{m} \right) \cdot \tan \alpha$$

$$a_2 = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m}$$

$$N_1 = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{\tan \alpha}$$

$$N_1 = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{\tan \alpha}$$

$$a_2 = \tan \alpha \cdot a_1$$

$$mg \tan \alpha - m \tan^2 \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \frac{N_2}{m}$$

$$N_1 = N_2 \sin \alpha$$

$$N_1 = ma_1, N_1 = m \left(\frac{a_2}{\tan \alpha} \right)$$

еще



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
☐

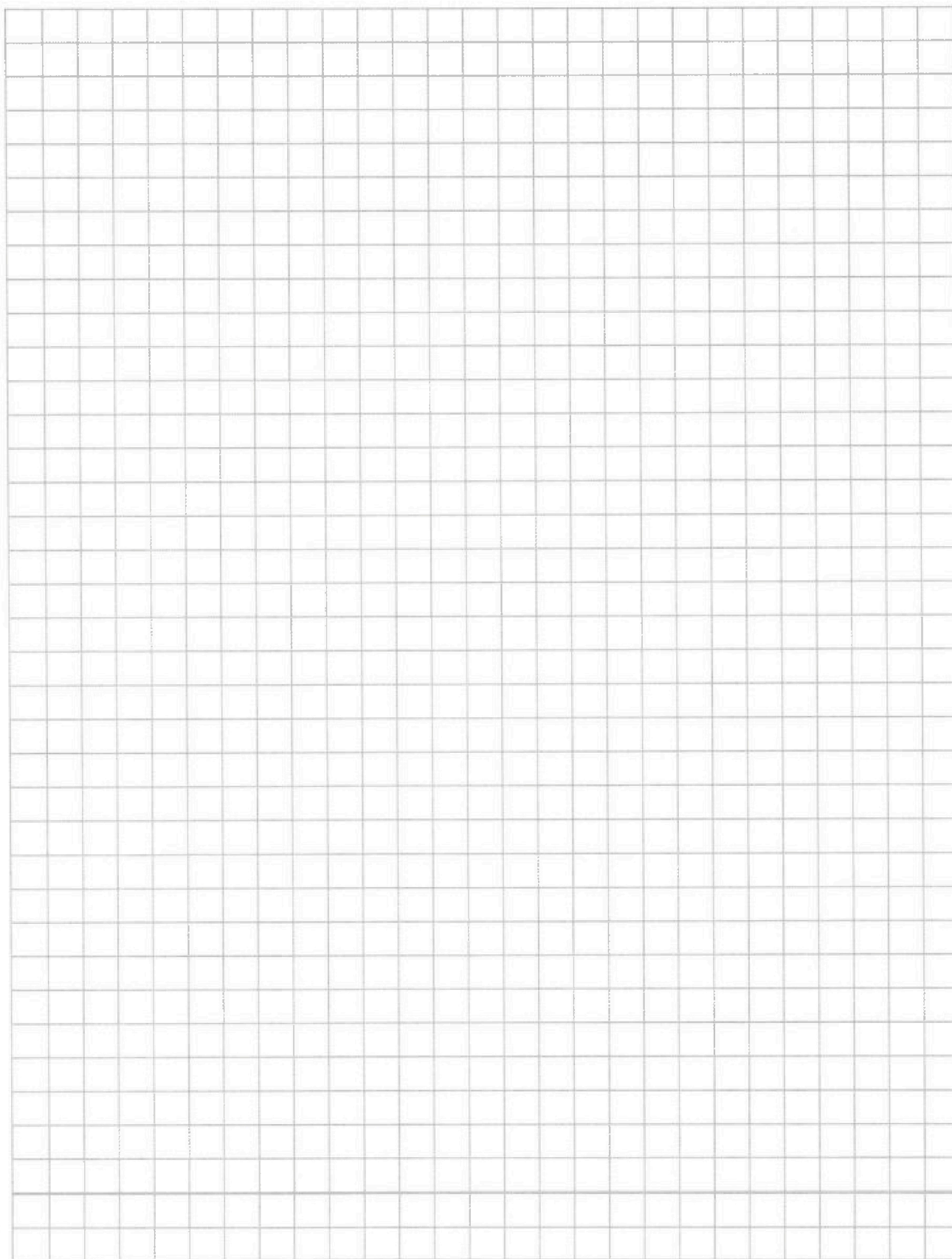
5
☐

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!





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!

Черновик

$0,05 \cdot 0,12 = 0,006 \text{ см}^3$

$0,12 \cdot (1 - 0,05) = \frac{0,042}{0,95}$

$\frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_0 + t_{100}} = \frac{0,042}{0,95}$

$\frac{4 \cdot 10^{-4}}{0,8} = \frac{0,042}{0,95}$

$T = 5 \left(\frac{1}{V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}} + \frac{1}{-V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}} \right)$

$T = 5 \left(\frac{1}{V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}} + \frac{1}{-V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}} \right)$

$T = 25 \frac{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2 - V^2 \cos^2 \alpha}{\sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2} \cdot \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}} = 4000 \mu$

$\frac{4000}{81,7} \text{ с} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с} \approx \frac{800}{2,7} \text{ с} \approx 296 \text{ с}$

$\Delta V = \frac{4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}}{2,8 \cdot 10^{-1}} = \frac{4 \cdot 10^{-10}}{2,8 \cdot 10^{-1}} = 1,4 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$

$\Delta V = 6 \cdot 10^{-1} \text{ м}^3 = 1 \text{ с}$

$\Delta V = 0,6 \text{ м}^3 = 1 \text{ с}$

$V = \frac{\sqrt{27} \cdot g t}{2}$

$V = \frac{1,41 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}}{2} = 7,05 \text{ м/с}$

$a_{\text{об}} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_{\text{об}}} \Rightarrow R = \frac{U^2}{g} = \frac{25 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \text{ м/с}^2} = 2,5 \text{ м}$

$\frac{U}{g t} = \frac{g t}{25 \text{ м}}$

$U = g t \Rightarrow U = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}}{5} = 2 \text{ м/с}$

$T_{\text{полн}} = 2 \text{ с} \Rightarrow L = V_x \cdot T_{\text{полн}} = 10 \text{ м}$

$y = kx + b$

$b = \frac{m}{\rho}$

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

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

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

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

$\Delta V = \frac{0,042 \cdot 10^3}{0,8} \cdot \frac{0,12}{100} = 0,0504$

$\Delta V = \frac{0,04 \cdot 10^3 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} = 0,6$



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 __

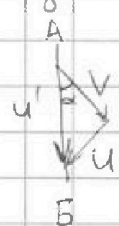
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{4000 \text{ м}}{200 \text{ с}} = 20 \text{ м/с} = U$$

Черновик

2 участка

у₀ А-Б:



у₀ Б-А



$$U^2 = u'^2 + V^2 - 2u'V \cos \alpha$$

$$u'^2 - 2u'V \cos \alpha + V^2 - u'^2 = 0$$

$$D = (2V \cos \alpha)^2 - 4(V^2 - u'^2)$$

$$u' = \frac{2V \cos \alpha \pm \sqrt{(2V \cos \alpha)^2 - 4(V^2 - u'^2)}}{2} = V \cos \alpha \pm \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u'^2} = 15 - 0,6 \pm$$

$$\pm \sqrt{(15 - 0,6)^2 - 15^2 + 20^2} = \pm \sqrt{81 + 5} = \pm \sqrt{86} = 9 \pm \sqrt{86} = 9 \pm 9,21 \sqrt{48}$$

$$\sqrt{81 - 225 + 400} = \sqrt{256} = 16$$

$$u' = 9 + 16 = 25 \text{ м/с}$$

$$D_2 = (2V \cos \alpha)^2 - V^2 - u'^2$$

$$u'' = -9 + 16 = 7 \text{ м/с}$$

$$T = \frac{S}{u'} + \frac{S}{u''} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \text{ м/с}} + \frac{2000 \text{ м}}{7 \text{ м/с}} = 2000 \text{ м} \cdot \frac{4}{100} = 80 \text{ с}$$

$$T = \frac{S}{V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u'^2}} + \frac{S}{-V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u'^2}}$$
$$T = \frac{S(V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u'^2} + (-V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u'^2}))}{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u'^2 - (V \cos \alpha)^2}$$

$$T = S \frac{2\sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u'^2}}{u'^2 - V^2}$$

$$T = 2000 \text{ м} \cdot \frac{2\sqrt{(15 \text{ м/с})^2 - (15 \text{ м/с})^2 + (20 \text{ м/с})^2}}{(20 \text{ м/с})^2 - (15 \text{ м/с})^2}$$

$$T = 2000 \text{ м} \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{175} \text{ м/с}}{175 \text{ м}^2/\text{с}^2}$$



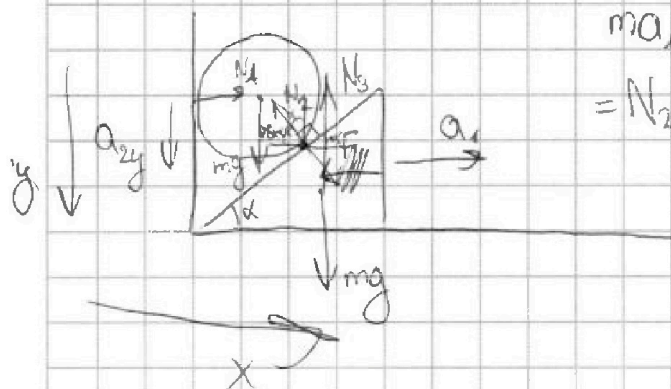
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик.



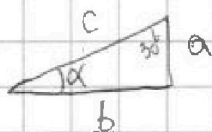
$$ma_1 = F = N_2 \cdot \cos(90 - \alpha) = N_2 \sin \alpha$$

$$N_2 \cos \alpha = mg$$

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

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

$$ma_{2y} = \cancel{mg} - N_2 \cos \alpha \quad \tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3} mg}{mg} = \sqrt{3}$$



$$\frac{a}{b} = \sqrt{3}$$

$$a = \sqrt{3} b$$

$$\sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \sin \alpha \Rightarrow$$

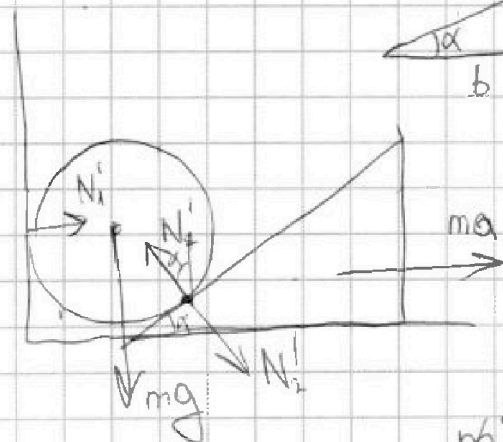
$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$c^2 = 3b^2 + b^2 \Rightarrow c^2 = 4b^2$$

$$c = 2b$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}$$



$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$H = \frac{v^2}{2g} = \frac{3}{2 \cdot 10} = 0,15 \text{ м}$$

$$\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$v^2 = 2gh$$

$$-N_2 \cos \alpha + mg = ma_2$$

$$v = \sqrt{2gh} \Rightarrow \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15} = \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$N_1 = N_2 \sin \alpha$$

$$N_2 \sin \alpha = ma_1 = F$$

$$N_2 = 2mg$$

$$N_1 = \frac{F}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha = F$$

$$N_2 \sin \alpha = F \Rightarrow N_2 = \frac{F}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{3} mg}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 2mg$$

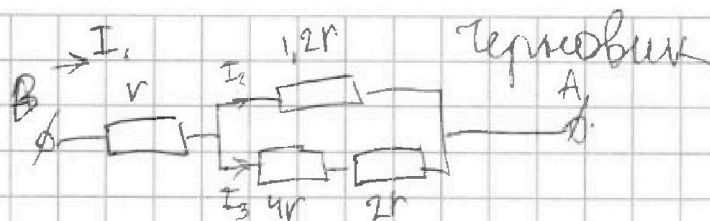


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$36 \cdot 3 = 90 + 18 = 108$$
$$144$$

$$\frac{108}{2 \cdot 12} = 5$$

$$I_1 r + I_2 \cdot 1,2r = \varphi_A - \varphi_B$$

$$I_1 r + I_3 \cdot 6r = \varphi_A - \varphi_B$$

$$\frac{1}{2} I_2 = 6 I_3$$

$$I_2 = 12 I_3$$

$$R_3 = 2r$$

$$P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

$$R = I^2 \cdot R = 16A^2 \cdot 2 \cdot 5\Omega$$

$$= 160 \text{ Вт}$$

$$(5I_3)^2 \cdot 1,2r \text{ и } I_3^2 \cdot 6r$$

$$30I_3^2 r \quad 6I_3^2 r$$

$$I_3^2 \cdot 2r = \frac{1}{36} I^2 2r = \frac{1}{36} \cdot 16A^2 \cdot 10\Omega$$

$$\frac{160}{36} = 4,44 \text{ Вт}$$

$$I_3 + I_2 = I_1$$

$$I_3 + 12I_3 = I$$

$$I_3 = \frac{1}{13} I$$