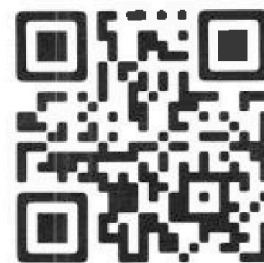




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02



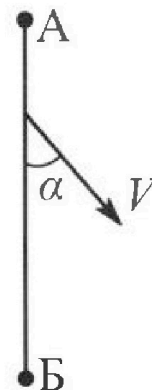
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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  $\alpha$  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  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность  $T_{MIN}$  полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$ .

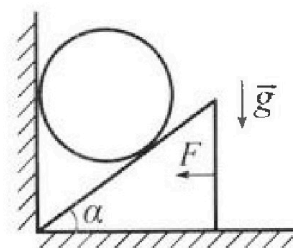


2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

Систему удерживают в покое горизонтальной силой  $F = \sqrt{3}mg$ .



1. Найдите угол  $\alpha$ , 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  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину  $N_{MAX}$  этой силы.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02

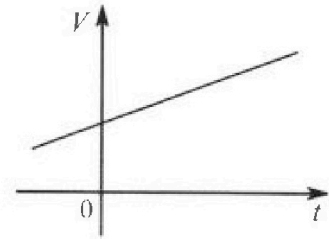


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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 уста новлено, 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/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

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



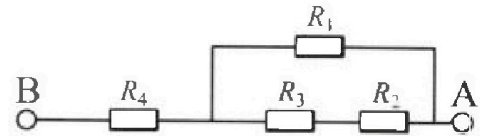
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

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

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  $P_{\text{MIN}}$ .



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!

1 (продолжение)  
удростив, получим:

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

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

Ответ: 1) 20 м/с

2) 80 с

3) 90°

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





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:

$$T_0 = 200 \text{ с}$$

$$v = 2 \text{ км}$$

$$V = 15 \text{ м/с}$$

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

Найти:

$$U - ? \text{ м/с}$$

$$T_1 - ? \text{ с}$$

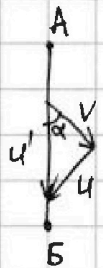
$$T_{\min} - ? \text{ с}$$

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

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  $A \rightarrow B$



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

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

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

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

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

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

$\Rightarrow U' = 25 \text{ м/с}$  (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:

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

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

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

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

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



$U''$  - 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:

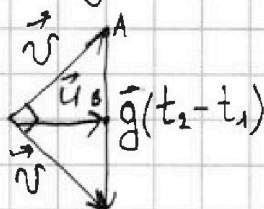
$$T - ? \text{ c}$$

$$L - ? \text{ м}$$

$$R - ? \text{ м}$$

Решение:

Зарисуем векторным способом скорости:



$v$  - скорость в моменты  $t_1$  и  $t_2$

$u$  - горизонтальная составляющая скорости. Скорость

будет равна  $u$  в верхней точке, когда вертикальная составляющая остановится

по теореме Пифагора:

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

$u$  является перпендикулярной к  $g$  (т.к.

$u$  горизонтальна, а  $g$  вертикальна)  $\Rightarrow u$  это высота, медиана и диссектриса  $\Rightarrow AB = \frac{1}{2} g(t_2 - t_1)$ ,  $\angle B = 90^\circ$ , а остальные по  $u$  и  $u$  в треугольнике 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 добраться до верхней точки траектории.

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

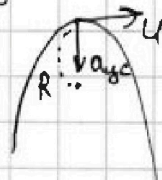
$$L = u \cdot T_{\text{полное}} = 5 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ c} = 10 \text{ м}$$

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

Ответ: 1) 1 с

2) 10 м

3) 2,5 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  
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:  $\alpha = 60^\circ$ ;  $N = 0,2 \text{ Н}$~~

$$N_1 = \frac{3}{\sqrt{3}} \cdot 2 \text{ Н} = N_2 = \frac{m a_{\text{шара}}}{\operatorname{ctg} \alpha \cdot \sin \alpha}$$

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

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





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!

Дано:

Решение:  3

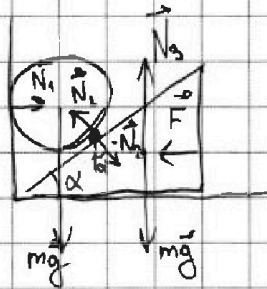
$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

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

Найти:

- $\alpha$  - ?
- $H$  - ?
- $N_1$  - ?
- $\alpha_{N_1, \text{max}}$  - ?
- $N_{\text{max}}$  - ?



Запишем 2 закон Ньютона в проекции на горизонталь для кинта:

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

$$F = N_2 \sin \alpha$$

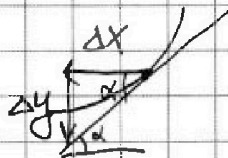
аналогично 2 З.Н. для шара в проекции на тор вертикаль:

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

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

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

2) Рассмотрим момент кинта:



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

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

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

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

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

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

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

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





4

Дано:

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

Найти:

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

Решение:

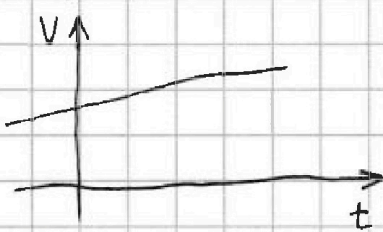


график  $V(t)$  имеет вид  $y = kx + b$   
 сразу понимаем, что  $b = \text{объем}$   
 при нуле,  $\Rightarrow b = \frac{m}{\rho}$

в роли  $x$  здесь  $t$ , а  $k$  равен  
 приведет выражение к значению  $\beta \cdot \frac{m}{\rho}$  при  $100^\circ\text{C}$   
 и к  $\frac{m}{\rho}$  при  $0^\circ\text{C}$

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

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

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

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

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

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

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

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:

$$R_1 = 1,2r$$

$$R_2 = 2r$$

$$R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

$$r = 50 \text{ Ом}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

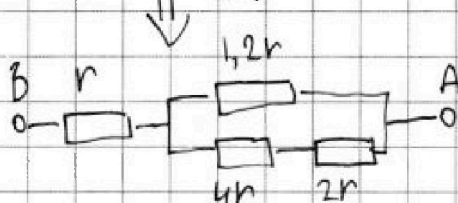
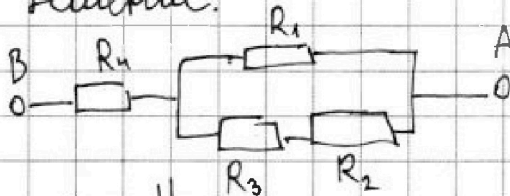
Найти:

$$R_{\text{экв}} - ?$$

$$P - ?$$

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

Решение:



найдем сопротивление параллельного участка цепи:

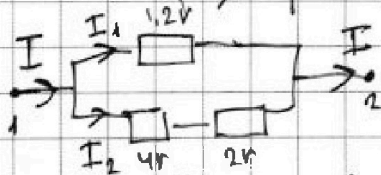
$$\frac{1}{R_{||}} = \frac{1}{1,2r} + \frac{1}{2r+4r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{||} = \frac{7,2r^2}{7,2r} = r$$

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

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

3)  $P_{\text{min}}$ : на схеме на участках параллельного соединения и  $R_4$  ток и сопротивления равны  $\Rightarrow$  минимальная мощность выделяется на одном из резисторов параллельного соединения. По  $\frac{P}{R}$  правилу ~~выбираем~~ <sup>сравниваем</sup>:



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

$$\Rightarrow I_1 = 5I_2$$

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

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

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

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

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

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



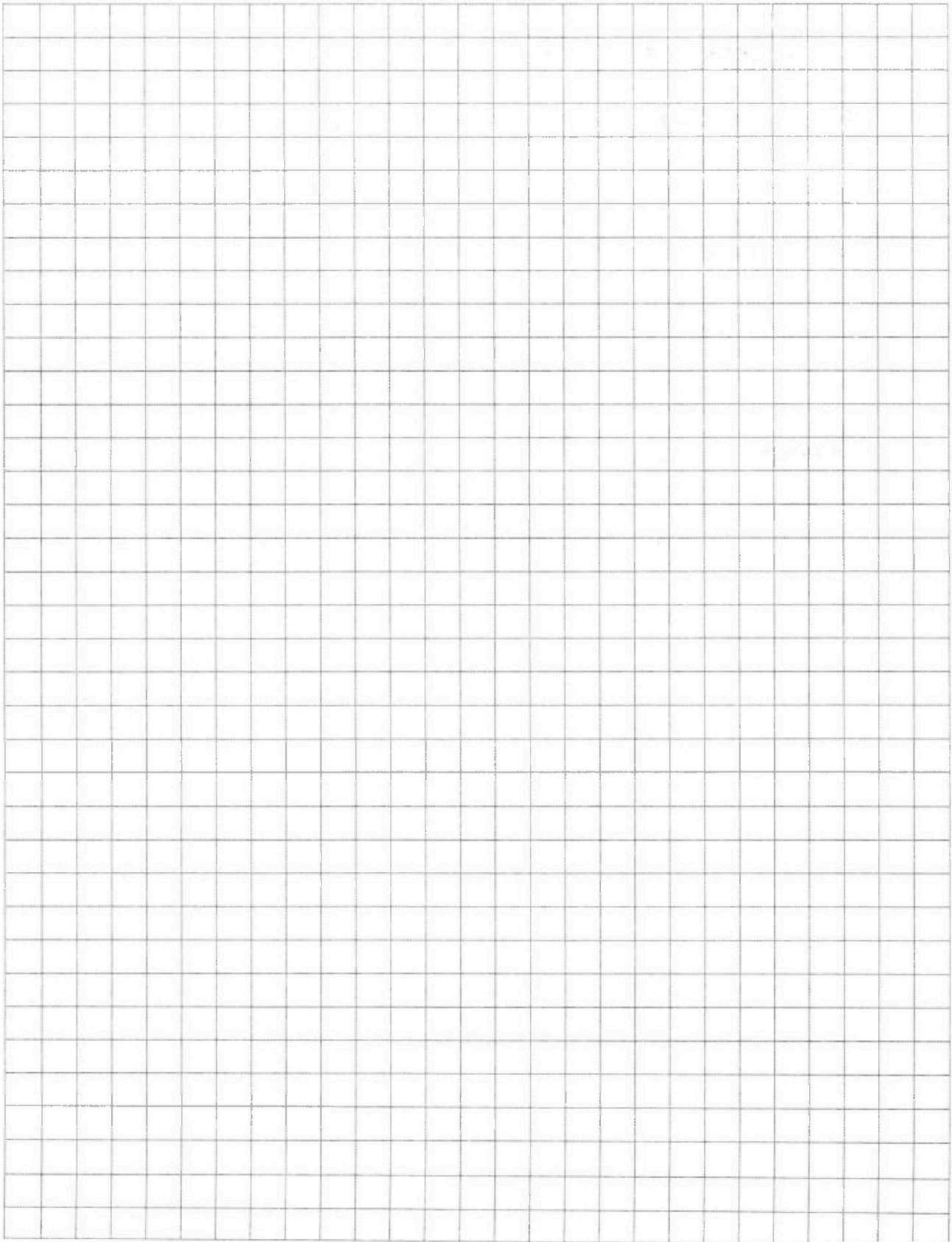


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





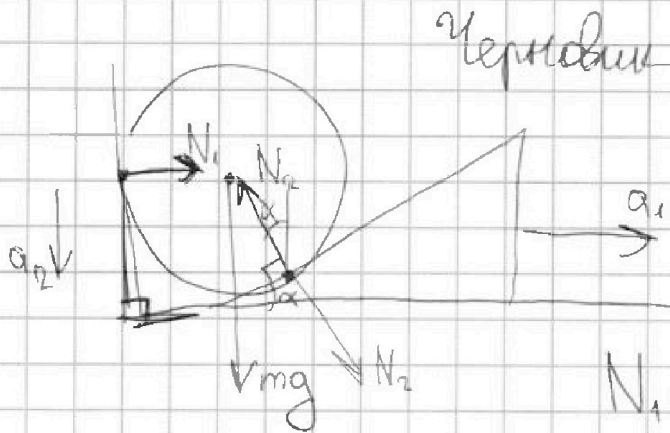


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$ma_1 = N_2 \sin \alpha$$

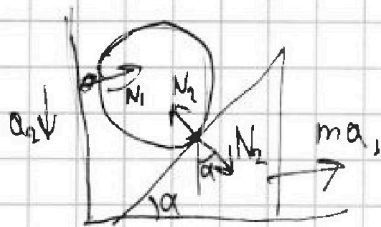
$$N_1 = N_2 \sin \alpha$$

$$N_1 = ma_1$$

$$N_1 = F = mg \operatorname{tg} \alpha \quad 4,73$$

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

0,8



$$ma_1 = N_2 \sin \alpha$$

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

$$N_2 = \frac{m(g - a_1)}{\cos \alpha}$$

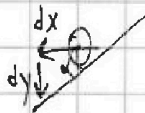
$$N_1 = N_2 \sin \alpha$$

$$N_1 = m(g - a_1) \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$N_2 = \frac{ma_1}{\sin \alpha}$$

800

0,236



$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha$$

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

$$\Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \operatorname{tg} \alpha$$

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

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

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

$$N_1 = \frac{mg - N_2 \cos \alpha}{m \operatorname{tg} \alpha}$$

$$a_2 = \operatorname{tg} \alpha \cdot a_1$$

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

$$N_1 = N_2 \sin \alpha$$

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

есть



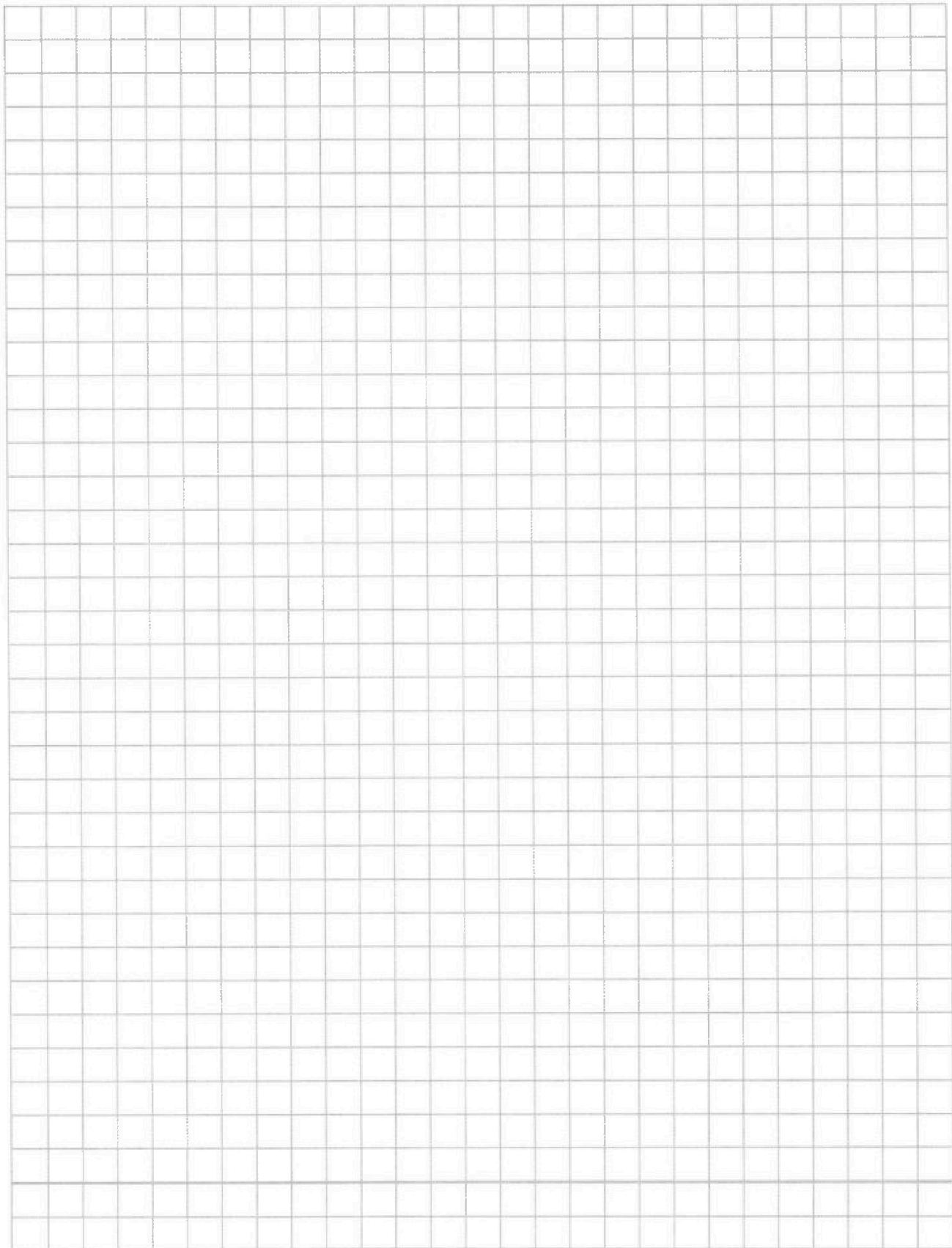
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

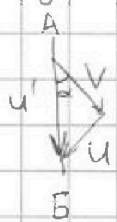
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{2000 \mu\text{m}}{200 \text{ c}} = 20 \mu\text{m/c} = U$$

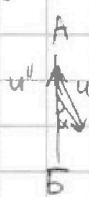
Черновик

2 участка

у<sub>0</sub> A-B:



у<sub>0</sub> B-A



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

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

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

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

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

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

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

$$\pm \sqrt{(15 \cdot 0,6)^2 - 15^2 + 20^2} = \pm \sqrt{81 + 5} = 9 \pm \sqrt{86} = 9 \pm \sqrt{21 \cdot 4}$$

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

$$D_2 = (2V \cos \alpha)^2 + V^2 - U^2$$

$$U' = 9 + 16 = 25 \mu\text{m/c}$$

$$U'' = -9 + 16 = 7 \mu\text{m/c}$$

$$T = \frac{S}{U'} + \frac{S}{U''} = \frac{2000 \mu\text{m}}{25 \mu\text{m/c}} + \frac{2000 \mu\text{m}}{7 \mu\text{m/c}} = 200 \mu\text{s} + 285,7 \mu\text{s} = 485,7 \mu\text{s}$$

$$T = \frac{S}{V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}} + \frac{S}{-V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}}$$

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

$$T = S \frac{2 \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}}{U^2 - V^2}$$

$$T = 2000 \mu\text{s} \cdot \frac{2 \sqrt{(15 \mu\text{m/c})^2 - (15 \mu\text{m/c})^2 + (20 \mu\text{m/c})^2}}{(20 \mu\text{m/c})^2 - (15 \mu\text{m/c})^2}$$

$$T = 2000 \mu\text{s} \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{175} \mu\text{m/c}}{175 \mu\text{m}^2/\text{c}^2}$$



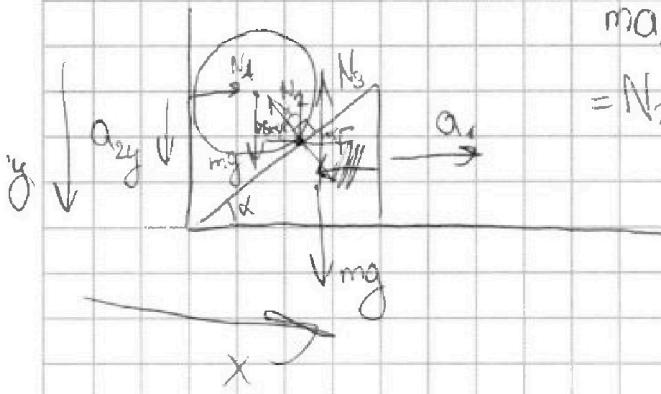
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



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

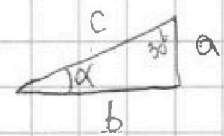
$$N_2 \cos \alpha = mg$$

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

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

$$ma_{2y} = mg - N_2 \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{3} mg}{mg} = \sqrt{3}$$

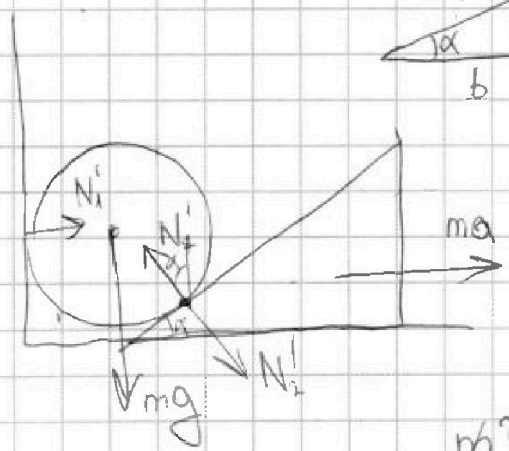


$$\frac{a}{b} = \sqrt{3} \Rightarrow \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \sin \alpha \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

$$\alpha = 60^\circ$$

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



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

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

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

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

$$v^2 = 2gh$$

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

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

$$N_1 = N_2 \sin \alpha$$

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

$$N_2 = 2mg$$

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

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

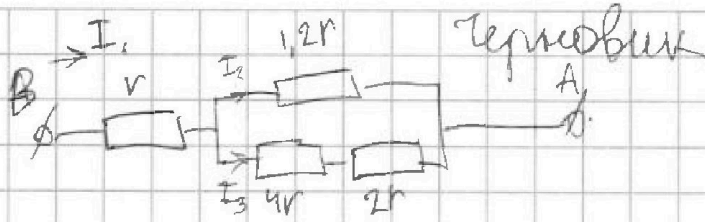


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$144$$

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

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

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

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

$$I_2 = 5 I_3$$

$$R_3 = 2r$$

$$P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R_3}$$

$$R = I^2 \cdot R = 16A^2 \cdot 2 \cdot 5r = 160 \text{ Вт}$$

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

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

$$I_3^2 \cdot 2r = \frac{1}{36} I^2 \cdot 2r = \frac{1}{36} \cdot 16A^2 \cdot 2r = 100 \text{ Вт}$$

$$\frac{160}{36} = 4,44 \text{ Вт}$$

$$I_3 + I_2 = I_1$$

$$I_3 + 5I_3 = I$$

$$I_3 = \frac{1}{6} I$$

$$\begin{array}{r} 160/36 \\ -144/144 \\ \hline 160 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ 6 \\ 12 \\ 6 \\ 72 \end{array}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{1,2r} + \frac{1}{6r}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{6r + 1,2r}{1,2 \cdot 6r^2}$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 6}{7,2} r = \frac{7,2}{7,2} r$$