



# 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.

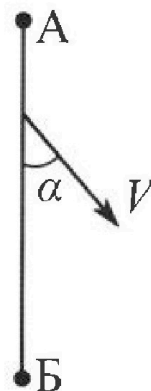
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени поле та 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.

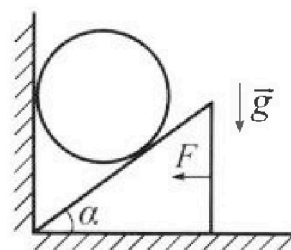
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H$  шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно  $h=0,15$  м.

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

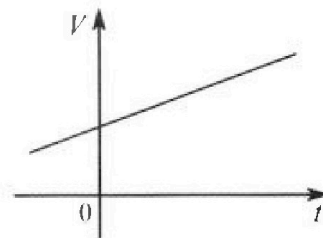
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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 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/см<sup>3</sup>. 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:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .



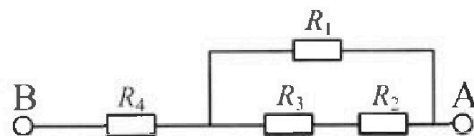
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

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 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  $P_{\text{MIN}}$ .



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!

Длина маршрута  $A-B-A$   $L = AB + BA = 2S \Rightarrow$

$$\Rightarrow V = \frac{L}{T_0} = \frac{2S}{T_0} = 20 \text{ м/с}$$

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6$$

Введём оси  $x$  и  $y$ , ось  $x$  проходит через  $A$  и  $B$ ,

ось  $y$  проходит через  $A$ , ось  $x \perp$  оси  $y$  (с.р.м.)

Чтобы аппарат не сносил, <sup>его</sup> проекция его

скорости  $U$  на ось  $y$  должна быть равна по модулю

проекция скорости ветра  $V$  на ось  $y$ , при этом  $V_y = V \sin \alpha = 12 \text{ м/с} =$

$= U_y$ ; тогда ~~тогда~~  $U_x = \sqrt{U^2 - U_y^2} = 16 \text{ м/с}$  ( $U_x$  — проекция

$U$  на ось  $x$ ). Проекция скор. ветра на ось  $x$   $V_x = V \cos \alpha = 9 \text{ м/с}$ .

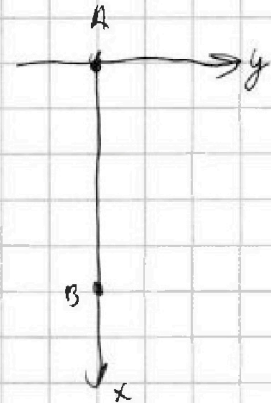
Общая скорость аппарата относительно земли (и направленная по оси  $x$ )  $V = V_x + U_x = 25 \text{ м/с}$ , тогда  $T_1 = \frac{S}{V} = 80 \text{ с}$

Если ветер дует со скор.  $V$  под углом  $\alpha$  (пусть  $\alpha \leq 90^\circ$ , т.к.

если  $\alpha > 90^\circ$ , то наступит ситуация, симметричная ситуации при

$180^\circ - \alpha$ ), то (как было выведено ранее)  $U_x = \sqrt{U^2 - U_y^2} = \sqrt{U^2 - V_y^2} = \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$

при этом общая скорость аппарата ~~котор~~ из  $A$  в  $B$  равна  $(U_x + V_x)$ , а обратно  $-(U_x - V_x)$ .







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

$$\text{Тогда общее время полёта } T = \frac{S}{U_x + V_x} + \frac{S}{U_x - V_x} = \frac{S(U_x - V_x) + S(U_x + V_x)}{U_x^2 - V_x^2}$$

$$= 2S \cdot \frac{U_x}{U_x^2 - V_x^2} = 2S \cdot \frac{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}}{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha - V^2 \cos^2 \alpha} = 2S \cdot \frac{2S}{U^2 - V^2} \cdot \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$$

$\frac{2S}{U^2 - V^2}$  — константа, значит  $T$  минимален при минимальном

$\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$ , это достигается при максимальном  $\sin^2 \alpha$ , значит  $\sin \alpha = 1$ ,

$\alpha = 90^\circ$ . Подставляем в формулу для полёта  $T$  значения, и получим

$$T_{\min} = \frac{2S}{U^2 - V^2} \cdot \sqrt{U^2 - V^2} = \frac{2S}{\sqrt{U^2 - V^2}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

Ответ:  $U = 20 \text{ м/с}$ ;  $T_1 = 80 \text{ с}$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;  $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$ .





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!

Нарисуем треугольник скоростей:

$\vec{AB}$  — вектор скор. через  $t_1$  после старта,

$\vec{AC}$  — вектор скор. через  $t_2$  после старта,

$\vec{BC}$  — вектор скорости, появившийся в

результате ~~было~~ ускорения  $\vec{g}$ , т.е.  $\vec{BC} = \vec{g}(t_2 - t_1)$ .

По условию  $AB = AC$ ,  $\angle BAC = 90^\circ$ ; нарисуем высоту

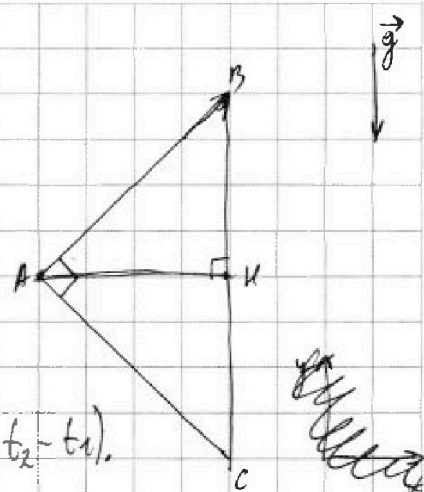
$\triangle ABC$  из точки  $A$  —  $AK$ .  $\triangle ABC$  равнобедренный ( $AB = AC$ )  $\Rightarrow \angle BAK = \angle CAK = \frac{\angle BAC}{2} = 45^\circ$ ,  $BK = CK = AK = \frac{BC}{2}$ . ~~Введём ось  $x$  параллельно земле, ось  $y$  перпендикулярно.~~

~~перпендикулярно.~~  $BK = g(t_2 - t_1) = 10 \text{ м/с}$ . Видно, что  $AK$  — ~~горизонт.~~ горизонт. проекция  $\vec{AB}$ , и  $AK = \frac{BC}{2} = 5 \text{ м/с}$ ;  $BK$  — ~~вертик.~~ вертик. проекция  $\vec{AB}$ , и  $BK = \frac{BC}{2} = 5 \text{ м/с}$ .

Через время  $t_1$  после старта мяч летел со скоростью, вертикальная проекция которой равна  $v_y = 5 \text{ м/с}$ , значит, до подъёма до максимальной точки он летел время  $T = t_1 + \frac{v_y}{g} = 1 \text{ с}$ .

Общее время полёта —  $2T$  ( $T$  до подъёма до макс. точки, и  $T$  после).

Он летел со скоростью, горизонт. проекция которой всегда была равна  $v_x = 5 \text{ м/с}$ , значит он пролетел расстояние  $L = 2Tv_x = 10 \text{ м}$ .





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



СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

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

В верхней точке траектории ~~летел~~ <sup>горизонтально</sup> летел со скоростью  $v = v_x = 5 \text{ м/с}$ ,  
на него действовало ускорение  $g$ , направленное перпендикулярно  $v$ , и он  
~~завис~~ летел по окружности радиусом  $R$ . По формуле центростремительного  
ускорения  $a = \frac{v^2}{R} = g \Rightarrow R = \frac{v^2}{g} = 2,5 \text{ м}$ .

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.

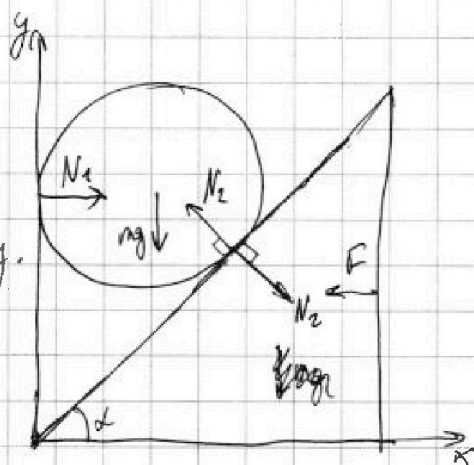
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Нарисуем все силы, действующие в системе (некоторые не нарисованы, т.к. не влияют на систему), и введём оси  $x$  и  $y$ .

Из начального равновесия шара и клина:



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

$$F = \sqrt{3} mg = N_2 \sin \alpha = mg \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

После упругого столкновения шар, ударившись со скоростью  $v$ , подлетит на высоту  $h$ . Имеем  $\frac{v^2}{2g} = h \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{3} \text{ м/с}$

За малое время  $\Delta t$  пусть в какой-то момент скорость шара —  $v_{ш}$ , клина —  $v_{к}$ . За малое время

$\Delta t$  шар пройдёт расстояние  $\Delta y = v_{ш} \Delta t + \frac{g \Delta t^2}{2} \approx v_{ш} \Delta t$ ; клин пройдёт расстояние

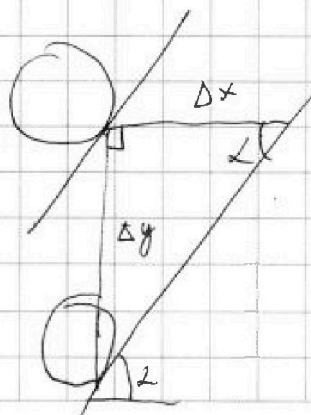
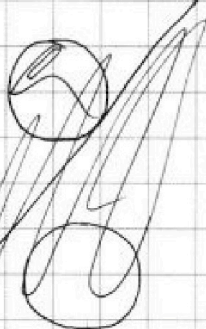
$\Delta x = v_{к} \Delta t + \frac{g \Delta t^2}{2} \approx v_{к} \Delta t$ , при этом шар движется

вертикально, клин горизонтально, и т.е.

точки их касания у шара не изменились  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{v_{ш}}{v_{к}} = \tan \alpha = \sqrt{3} \Rightarrow v_{к} = \frac{v_{ш}}{\sqrt{3}}$$

В момент столкновения с землёй







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

скорость шара была равна  $v$ , угловат скор. клина  $v_1 = \frac{v}{\sqrt{3}} i$

по закону сохранения энергии:

$$mgH = \frac{mv^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow 2 \cdot H = \frac{5}{3} m$$

Ответ:  $\alpha = 60^\circ$ ;  $H = \frac{5}{3} m$ .



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.

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!

По условию:  $V(t) = tk + b$  (м.к. зависимость прямая)

$$V(t_0) = \frac{m}{\rho} = t_0 k + b, \text{ где } k \text{ и } b - \text{коэфф. прямой}$$

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

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

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

Полная зависимость:

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

$$\Delta V = V(t_1) - V(t_2) = \cancel{\frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}(t_1 - t_2)} = (t_1 - t_2) \cdot \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} = 6 \text{ мм}^3$$

$$V(t_{100}) - V(t_0) = \frac{m}{\rho}(\beta - 1) = SL \Rightarrow S = \frac{m(\beta - 1)}{\rho L} = 0,6 \text{ мм}^2$$

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



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

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

5  
☒

6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА

1 из 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!

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

Обозначим  $P_x$  — мощность, рассеиваемая на резисторе  $R_x$ .

$$P_4 = I^2 R_4 = 80 \text{ Вт};$$

Пусть через резистор  $R_1$  течет ток  $I_1$ . Тогда:

$$I_1 R_1 = (I - I_1)(R_2 + R_3) \Rightarrow I_1 = I \cdot \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{10}{3} \text{ А}$$

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{200}{3} \text{ Вт}; \quad P_3 = (I - I_1)^2 R_3 = \frac{80}{9} \text{ Вт}; \quad P_2 = (I - I_1)^2 R_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 160 \text{ Вт}.$$

Минимальная среди  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$  —  $P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт} = P_{\text{мин}}$ , т.е. наименьшая мощность выделяется на резисторе  $R_2$ .

Ответ:  $R_{\text{экв}} = 10 \text{ (Ом)}$ ;  $P = 160 \text{ Вт}$ ; на резисторе  $R_2$ ;  $P_{\text{мин}} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$ .





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

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

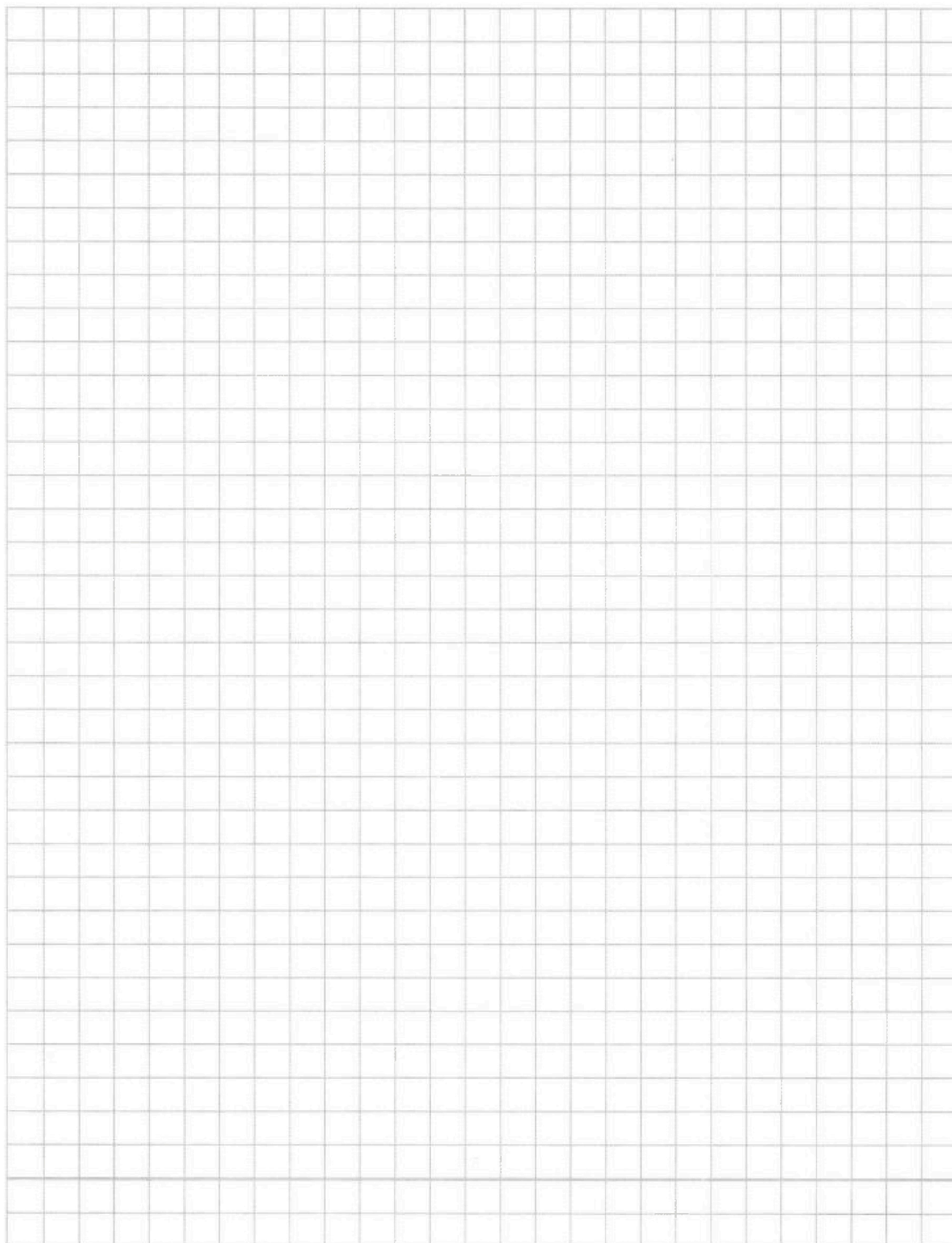
5  
☐

6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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





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  
☐

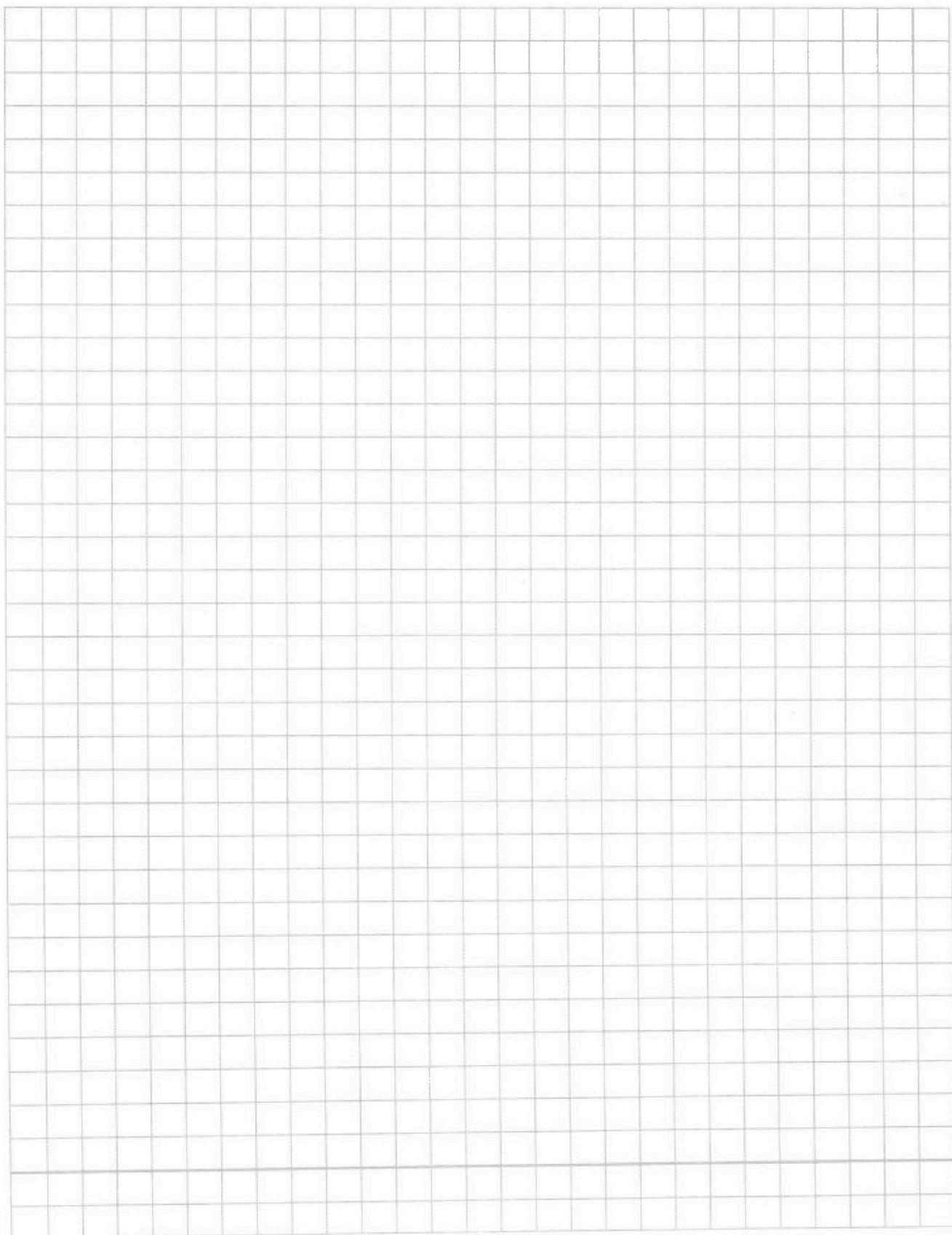
5  
☐

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!



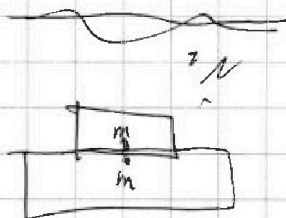


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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!



$$m(g-a) \geq N$$

$$ma = mg + N = 2mg - ma$$

$$2a = g$$

$$2g \geq 25 + \frac{25}{3}$$

$$u = \frac{100}{6g} = \frac{10}{6} u =$$

$$\frac{v^2}{2a} = 21$$

$$a = \frac{v^2}{21} = \frac{3}{21} = \frac{1}{7} g$$



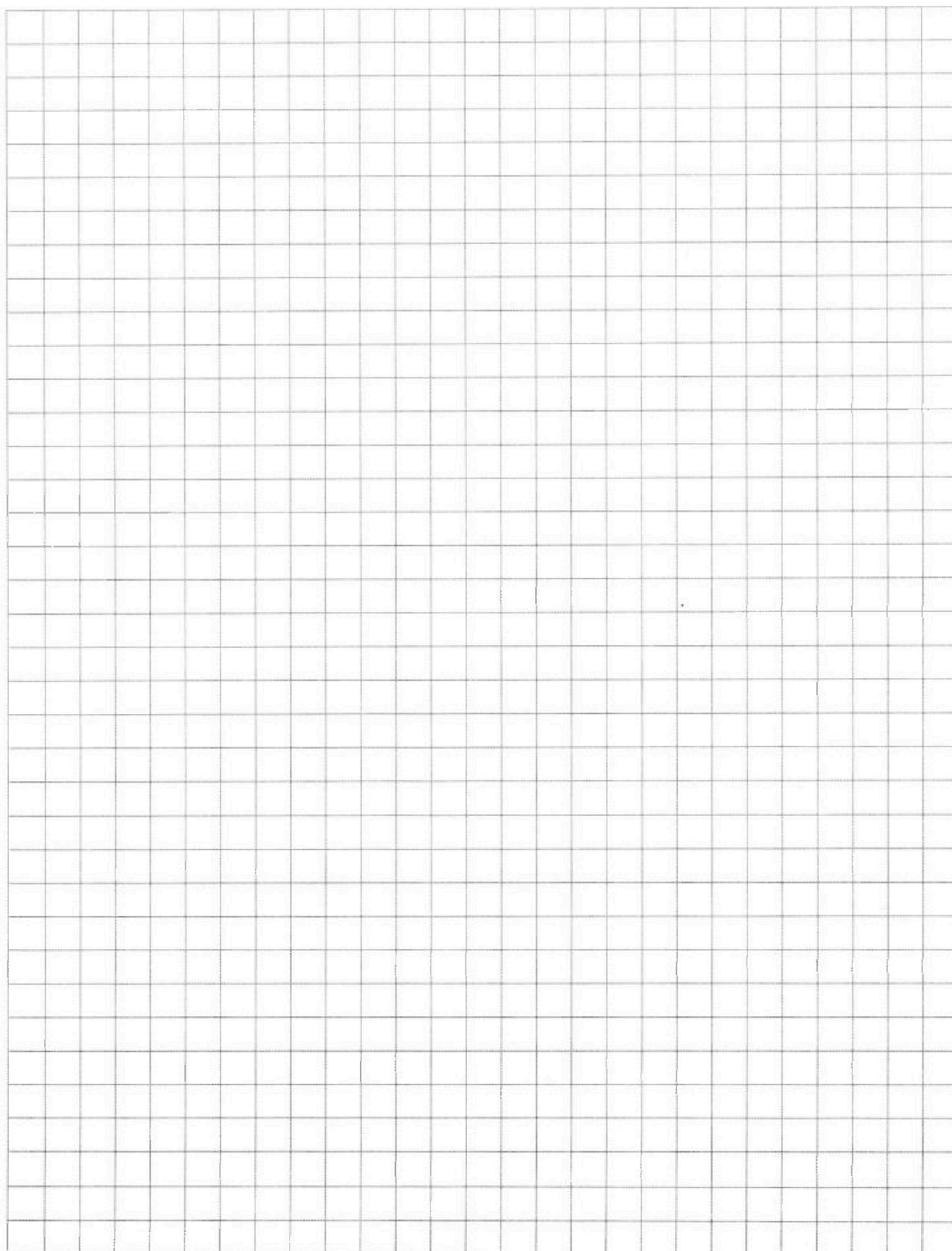


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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!



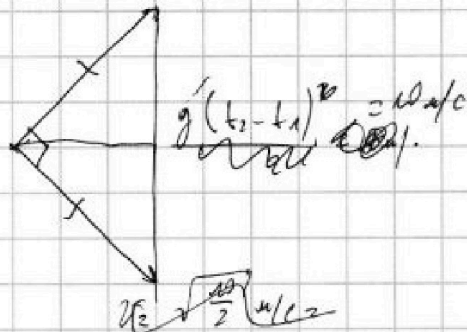
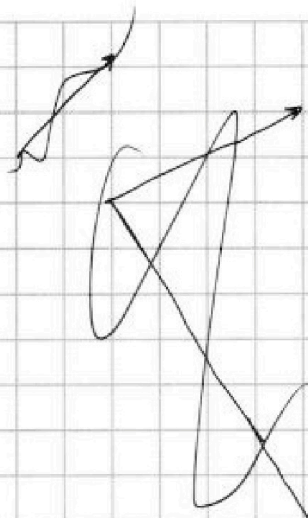
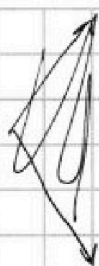


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

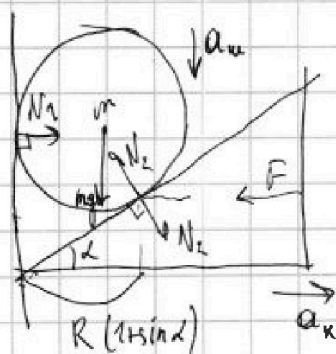


14:45

$$2V^2 = 100$$

$$V = \sqrt{50} \text{ м/с} \approx 5\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$\text{Или } V_x = 5 \text{ м/с}$$



$$mg = N_2 \cos \alpha$$

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

$$N_2 \sin \alpha = mg \tan \alpha = \sqrt{3} mg$$

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

$$\alpha = 60^\circ$$

Сдел

|          |                      |                      |                      |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\alpha$ | 30                   | 45                   | 60                   |
| $\sin$   | $\frac{1}{2}$        | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |
| $\cos$   | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{1}{2}$        |
| $\tan$   |                      |                      | $\sqrt{3}$           |

$$a_k = \sqrt{3} g$$

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

$$v_m = \sqrt{2gh}$$

максимум времени:

Или

$$N_2 \sin \alpha = ma_k \approx mg \sqrt{3}$$

$$N_2 = 2mg ? ; N_2 = \frac{2ma_k}{\sqrt{3}}$$

$$N_2 \sin \alpha \cos \alpha = m(g - a_m)$$

$$a_k = g \frac{a_k}{\sqrt{3}} = g - a_m \Rightarrow a_m = g - \frac{a_k}{\sqrt{3}}$$

$$a_m = g - \frac{a_k}{\sqrt{3}}$$



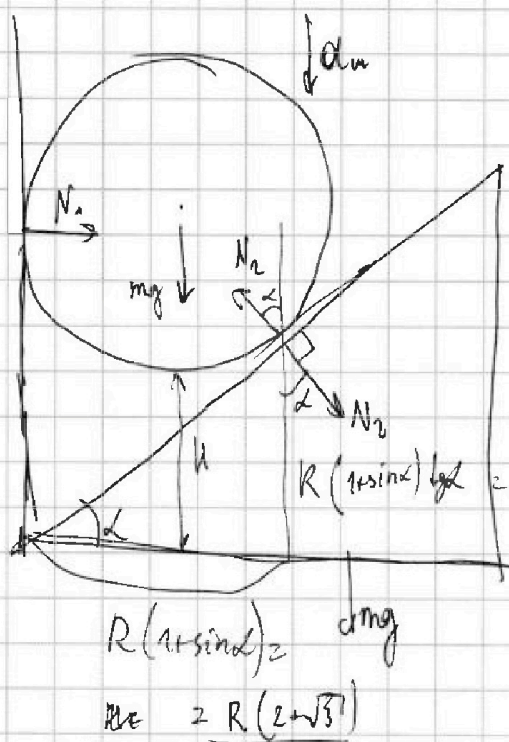


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$N = R(1 + \sin \alpha) \tan \alpha - R(1 - \cos \alpha) =$$

$$= R\left(\sqrt{3} + \frac{3}{2}\right) - R\left(\frac{1}{2}\right) = R(\sqrt{3} + 1)$$

$$\rightarrow a_n \text{ (в направлении } \sqrt{3}g)$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

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

$$R(1 + \sin \alpha) = dm$$

$$R = \frac{dm}{2 + \sqrt{3}}$$

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

$$\frac{a_n}{a_k} = \frac{(\sqrt{3} + 1)2}{2 + \sqrt{3}}$$

$$m(g - a_n) = N_2 \cos \alpha = \frac{ma_k}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{a_n}{a_k} = \tan \alpha = \sqrt{3}$$

$$a_n = g - \frac{a_k}{\sqrt{3}}$$

$$a_n = 3a_k$$

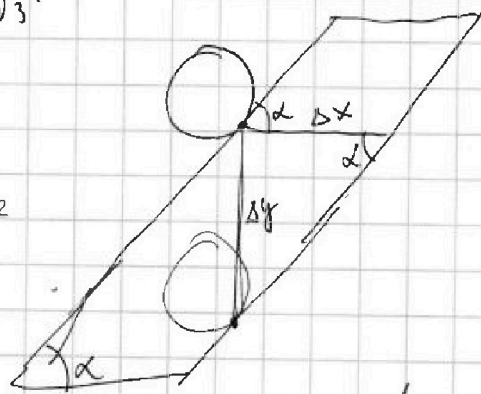
$$a_n = \sqrt{3}a_k = g - \frac{a_k}{\sqrt{3}}$$

$$a_k = g\left(\sqrt{3} + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) = \frac{4g\sqrt{3}}{3}$$

$$a_n = g \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{2 + 2\sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}}$$

$$= \frac{2\sqrt{3} + 6}{\sqrt{3} + 2}$$

$$= \frac{(2\sqrt{3} + 6)(2 - \sqrt{3})}{(2 + \sqrt{3})(2 - \sqrt{3})} = 4\sqrt{3} - 6 + 12 - 6\sqrt{3} = (6 - 2\sqrt{3})g$$







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 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!

$$V(t_0) = \frac{m}{\rho} = t_0 k + b$$

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

$$V(t_{100}) = \frac{\beta m}{\rho} = t_{100} \cdot k + b$$

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

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

$$\frac{t_{100} - t_0 - \beta t_0 + t_0}{t_{100} - t_0} = \frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0}$$

$$S = \frac{904 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} = 0,6 \text{ cm}^2$$

$$\delta V = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} = 0,006 \text{ cm}^3$$

$$R_1 = 6 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 20 \text{ Ом}, R_4 = 5 \text{ Ом}$$

$$R_{2+3} = R_4 + \frac{2 \cdot 30}{5} = 10 \text{ Ом} \quad P = I^2 R = 160 \text{ Вт}$$

$$P_4 = 80 \text{ Вт}$$

$$I \cdot 6 = (4 - I) 30 = 120 - 30I$$

$$36I = 120$$

$$I = \frac{10}{3} = \frac{40}{12}$$

$$P_1 = \frac{120}{9} \cdot \frac{2}{3} = \frac{200}{3} \text{ Вт}$$

$$P_2 = \frac{4}{9} \cdot 120 = \frac{40}{3} \text{ Вт}$$

$$P_3 = \frac{4}{9} \cdot 20 = \frac{80}{9} \text{ Вт}$$

$$\frac{120}{9} = \frac{40}{3}$$

80

P =



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.

$$U = \frac{2S}{t} \approx 20 \text{ м/с}$$

$$\frac{4000}{200} = 20$$

$$V_2 =$$

$$\sin^2 \alpha = \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha$$

$$15.8 = 120$$

$$15 \cdot 0.8 = 12$$

$$15.6 = 90$$

$$15.6 = 90$$

$$\frac{2000}{5} = \frac{800}{\sqrt{3}}$$

$$400 - 144 = 256 = 16^2$$

$$\sqrt{20^2 - 15^2} = \sqrt{400 - 225} =$$

$$\frac{2000}{25} = 20 \cdot \frac{100}{25} = 80$$

$$\frac{25}{5\sqrt{3}} =$$

$$= 175 = 5 \cdot 35 = 5^2 \cdot 7$$

$$\sqrt{U^2 - V^2} = 5 \cdot \sqrt{7}$$

$$t = \frac{S}{x-y} + \frac{S}{x+y} = \frac{Sx+Sy + Sx-Sy}{x^2-y^2} = 2S \cdot \frac{x}{x^2-y^2}$$

$$t = \frac{S}{x-y} + \frac{S}{x+y} = \frac{Sx+Sy + Sx-Sy}{x^2-y^2} = 2S \cdot \frac{x}{x^2-y^2}$$

$$\frac{100}{8} + 25 = 20 + 5$$

$$t = \frac{S}{x-y} + \frac{S}{x+y} = \frac{Sx+Sy + Sx-Sy}{x^2-y^2} = 2S \cdot \frac{x}{x^2-y^2}$$

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

$$= \frac{2S}{U^2 - V^2} \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} \Rightarrow U^2 - V^2 \sin^2 \alpha \Rightarrow V^2 \sin^2 \alpha \Rightarrow \sin^2 \alpha$$