



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

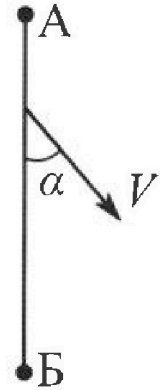


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ в безветренную погоду составляет $T_0=200$ с. Расстояние AB равно $S=2$ км.

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 α к прямой AB (см. рис.), $\sin \alpha = 0,8$.

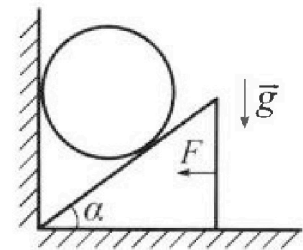
2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту $A \rightarrow B$ в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность T_{MIN}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

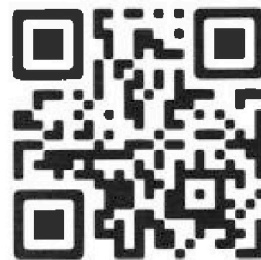
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на H шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно $h=0,15$ м.

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

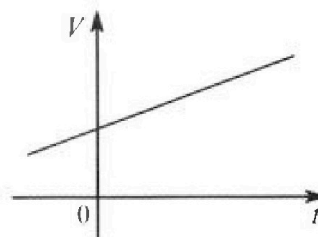
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



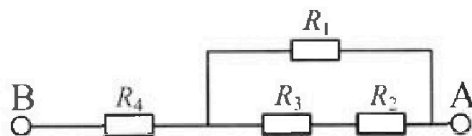
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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 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} .



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

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

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

Введем оси x и y , ось x проходит через A и B ,

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

Удобно аппарата не считать, но ^{модуль} проекция его

скорости U на ось y должна быть равна по модулю

проекция скорости ветра V_y 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 $T_1 = \frac{S}{V} = 80 \text{ с}$

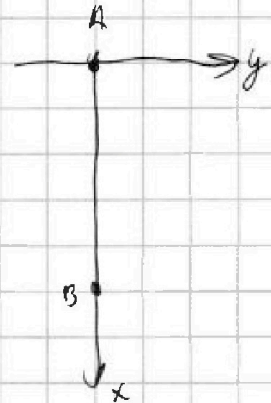
Если ветер дует со скор. V под углом α (пусть $\alpha \leq 90^\circ$, т.к.

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

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

причем V 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

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!

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

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

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

$\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}$, это достигается при максимальной $\sin^2 \alpha$, 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 ~~того~~ 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 . $\triangle BAC$ равнобедренный ($AB = AC$) $\Rightarrow \angle BAK = \angle CAK = \frac{\angle BAC}{2} = 45^\circ$, $BK = CK = AK = \frac{BC}{2}$. ~~Выводим ось x параллельно земле, ось y~~

~~перпендикулярно к ней.~~ $BK = g(t_2 - t_1) = 10 \text{ м/с}$. Видно, что AK — ~~горизонт.~~

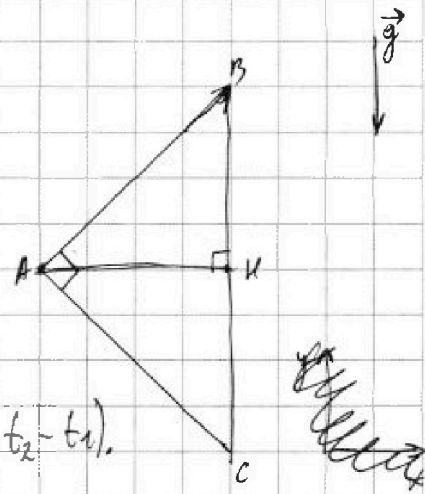
горизонт. проекция \vec{AB} , и $AK = \frac{BC}{2} = 5 \text{ м/с}$; BK — вертикал. проекция

\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.

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

В верхней точке траектории ~~летел~~ ^{горизонтально} летел со скоростью $v = v_x = 5 \text{ м/с}$,
на него действовало ускорение g , направленное перпендикулярно v , и он
~~заворачивал~~ 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.

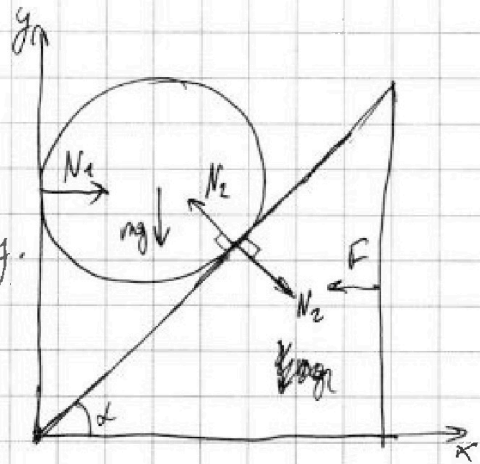
1 2 3 4 5 6 7

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 показаны, 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 , получим $\frac{v^2}{2g} = h \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{3} \text{ м/с}$

За малое время Δt шар в какой-то момент скорость

шара — $v_{ш}$, клина — $v_{к}$. За малое время

Δt шар пройдёт расстояние $\Delta y = v_{ш} \Delta t +$

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

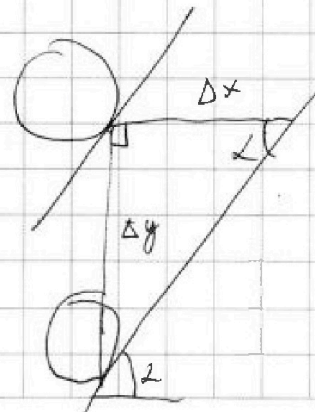
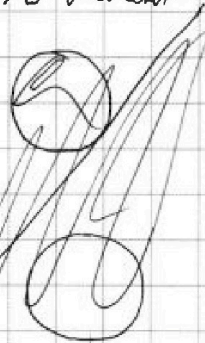
$\Delta x = v_{к} \Delta t + \frac{g \Delta t^2}{2} \approx v_{к} \Delta t$, при этом шар движется

се вертикально, клин горизонтально, и т.е.

точка их касания у шара не изменилась \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

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 , углит скор. клина $v_1 = \frac{v}{\sqrt{3}} i$

по закону сохранения энергии:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow h = \frac{5}{3} m$$

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)

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

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

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

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

Масса увеличивается:

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

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

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

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

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 ; $P_{\text{мин}} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$.



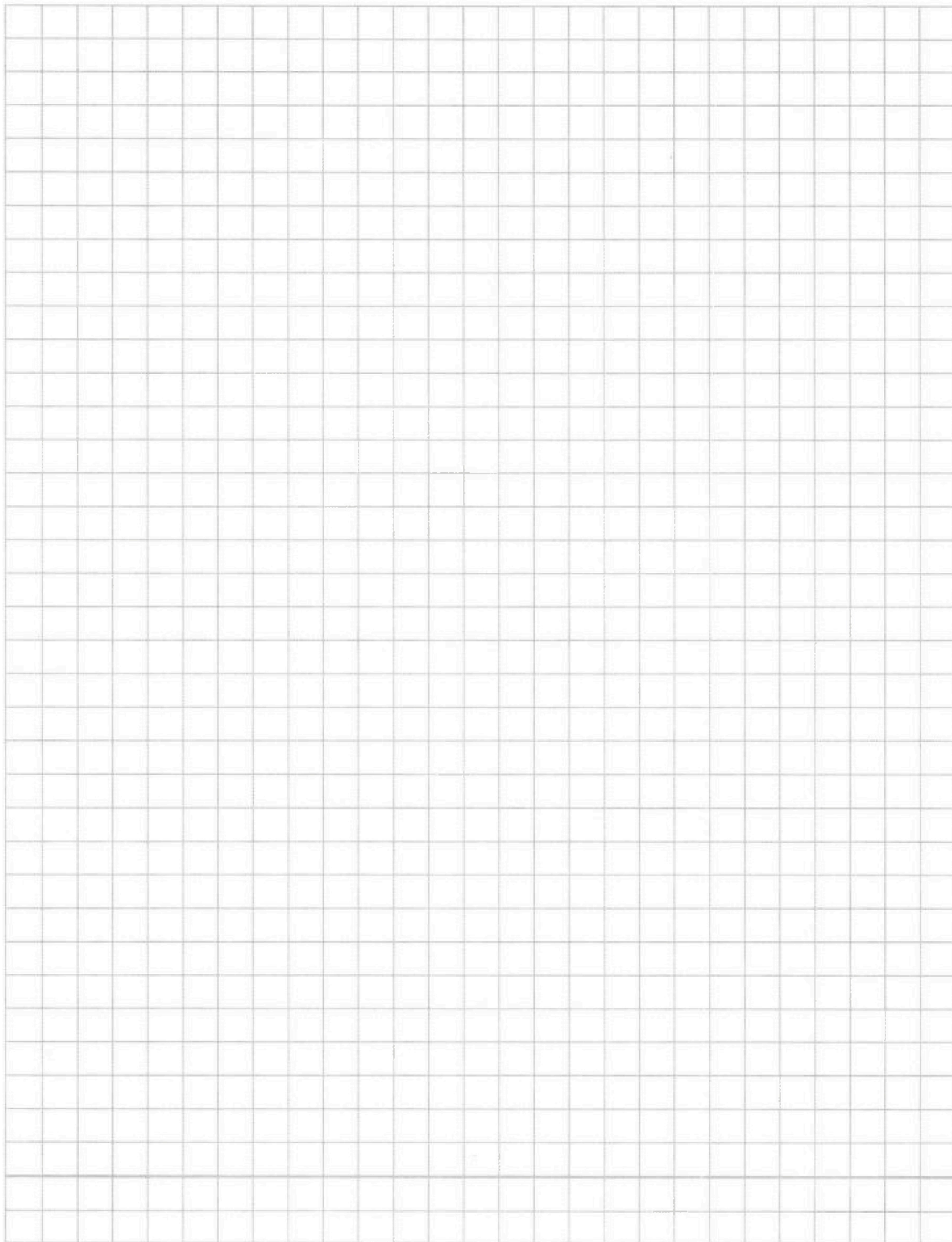
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



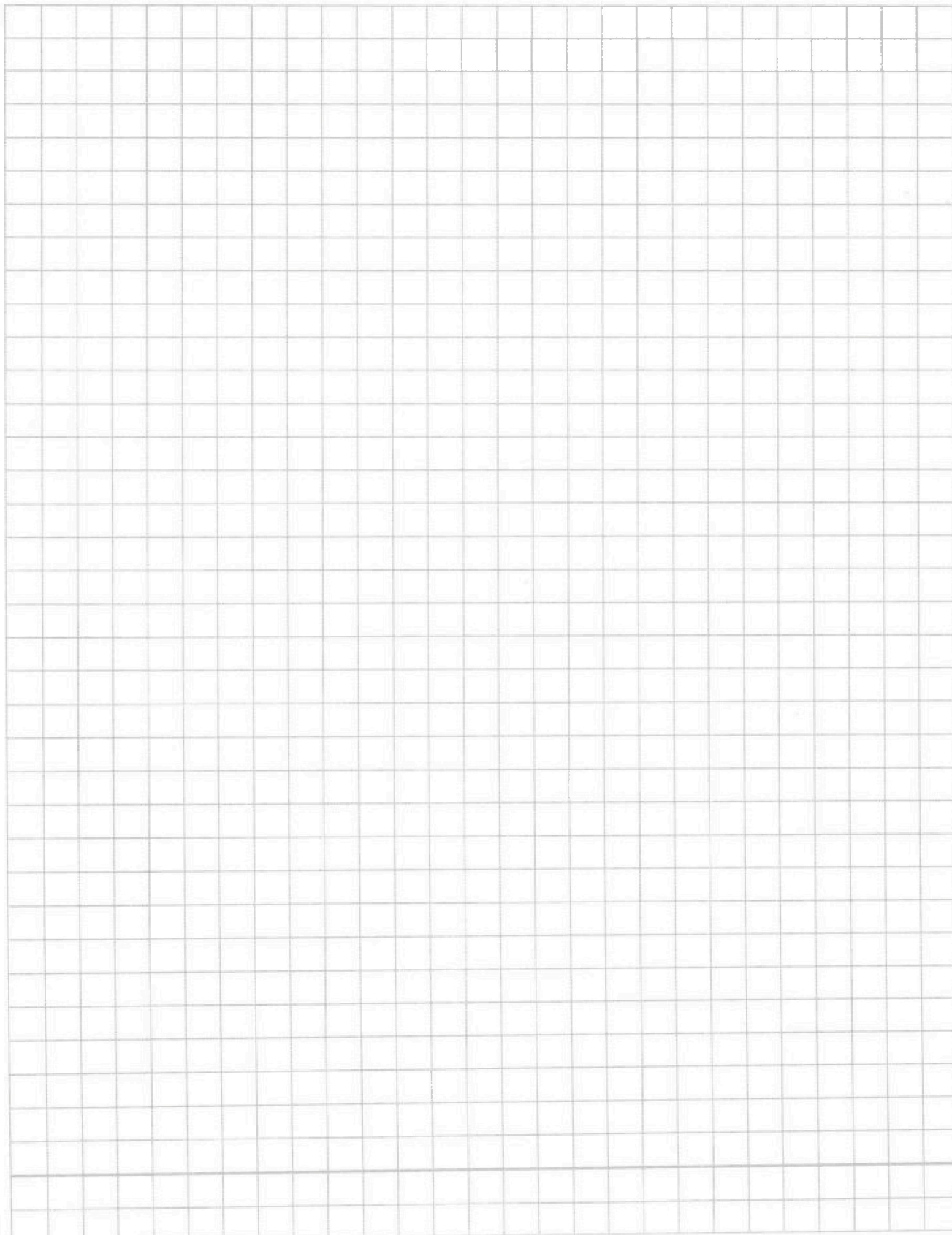


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



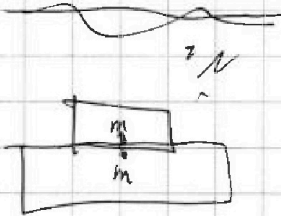


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$m(g-a) = N$$

$$m \cdot a = mg + N = 2mg - ma$$

$$2acg$$

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

$$N = \frac{100}{6g} = \frac{10}{6} m =$$

$$\frac{v^2}{2ga} = 2H$$

$$a = \frac{v^2}{2H} = \frac{3}{\frac{10}{3}} = \frac{9}{10} g$$

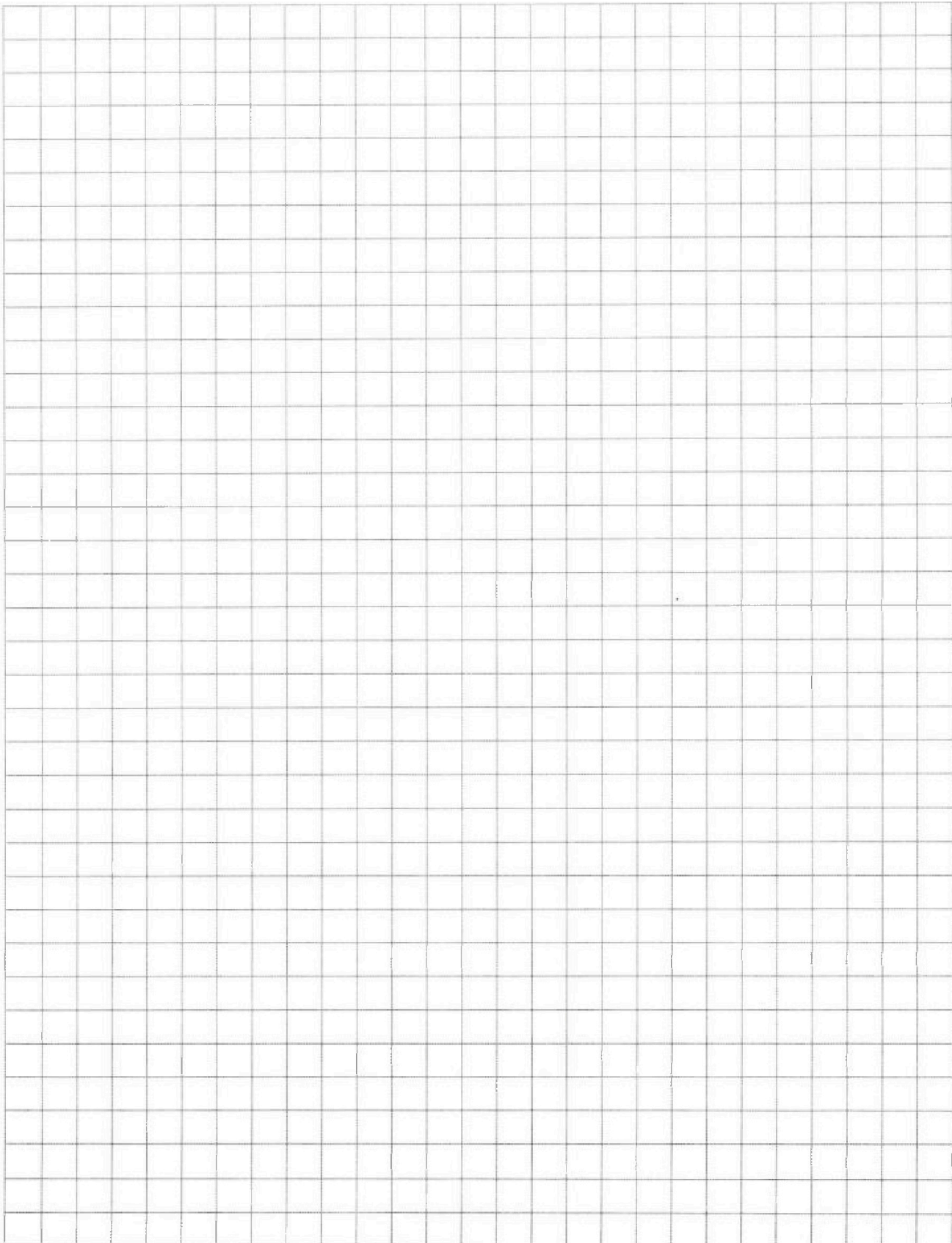


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



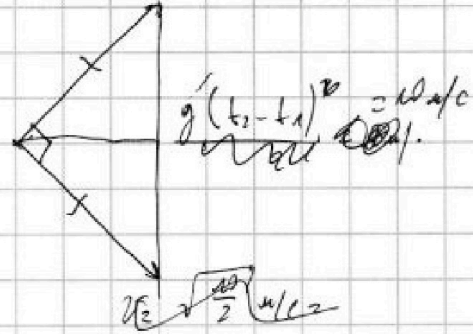
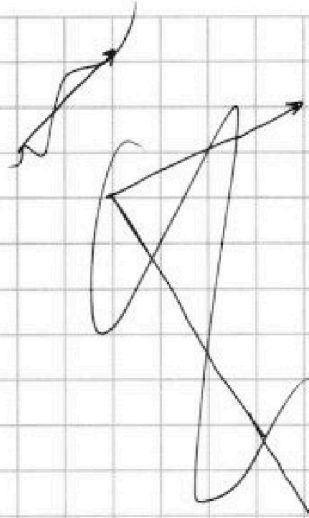
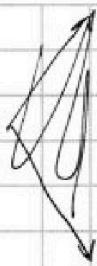


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

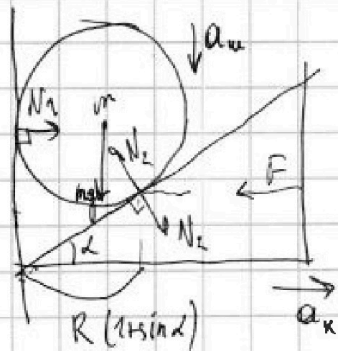


~ 14:45

$$2V^2 = 100$$

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

$$\text{Или } V_x = 5 \text{ м/с}$$



$$mg = N_2 \cos \alpha$$

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

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

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

$$\alpha = 60^\circ$$

Tab

α	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			$\sqrt{3}$

$$a_{\text{кр}} = \sqrt{3} g$$

$$v_{\text{кр}}^2 = 2gh \quad v_{\text{кр}} = \sqrt{2gh}$$

минимум времени:

Или

$$N_2 \sin \alpha = ma_{\text{кр}} \approx mg \sqrt{3}$$

$$N_2 = 2mg ? ; N_2 = \frac{2ma_{\text{кр}}}{\sqrt{3}}$$

$$N_2 \sin \alpha \cos \alpha = m(g - a_{\text{кр}})$$

$$a_{\text{кр}} = g - \frac{a_{\text{кр}}}{\sqrt{3}} \Rightarrow a_{\text{кр}} = \frac{3}{2}g$$

$$a_{\text{кр}} = g - \frac{a_{\text{кр}}}{\sqrt{3}}$$

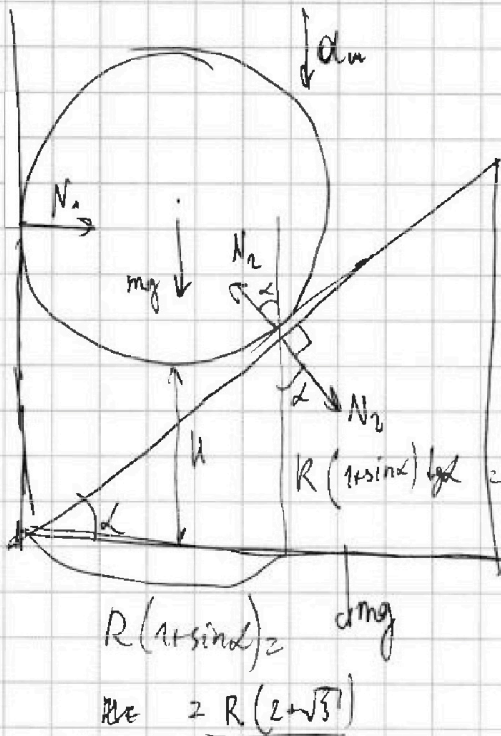


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



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

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

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

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

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

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

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

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

$$N = R(2 + \sqrt{3})$$

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

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

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

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

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

$$a_n = 3a_k$$

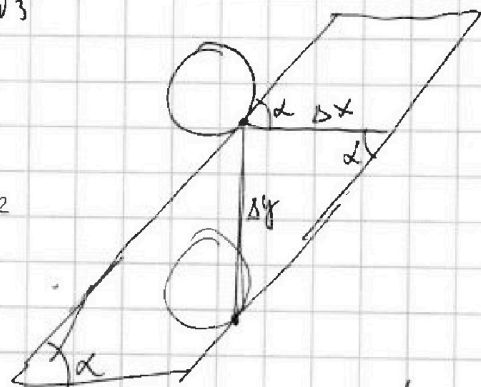
$$a_n = \sqrt{3}a_k = g - \frac{a_k}{\sqrt{3}}$$

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

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

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

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





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!

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

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

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

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

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

$$\frac{t_{100} - k_0 - \beta t_0 + t_0}{t_{100} - t_0} = \frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0}$$

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

$$\Delta V = \frac{0,04 \cdot 0,12}{0,8 \cdot 10} = \frac{0,01 \cdot 0,06}{8} = 0,006 \text{ cm}^2$$

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

$$R_{2+3} = R_4 + \frac{20 \cdot 30}{50} = 10 \text{ Ом} \quad P = I^2 R = 160 \text{ Вт}$$

$$P_4 = 80 \text{ Вт}$$

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

$$36I = 120 \\ I = \frac{20}{6} = \frac{10}{3}$$

$$P_1 = \frac{100}{9} \cdot \frac{2}{3} = \frac{200}{3} \text{ Вт}$$

$$P_2 = \frac{4}{9} \cdot 10 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

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

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

80



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.

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

$$V_2 =$$

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

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

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

$$15 \cdot 8 = 120$$

$$15 \cdot 0,8 = 12$$

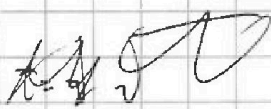
$$15 \cdot 6 = 90$$

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

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

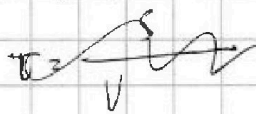
$$\frac{2000}{25} = 20 \cdot \frac{100}{25} = 800$$

$$\frac{2S}{5\sqrt{3}}$$



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

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



$$\frac{100}{5} = 25 = 20 \cdot 5$$

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

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

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