



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

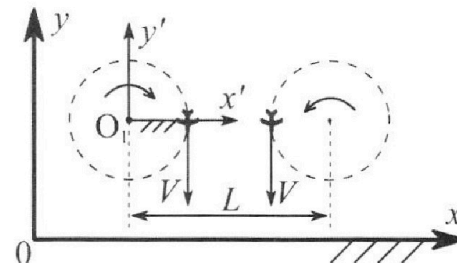
Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

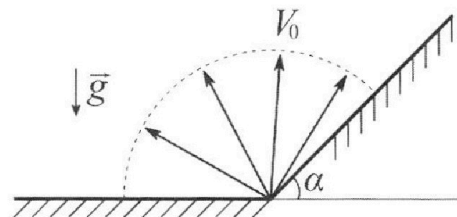
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,8 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

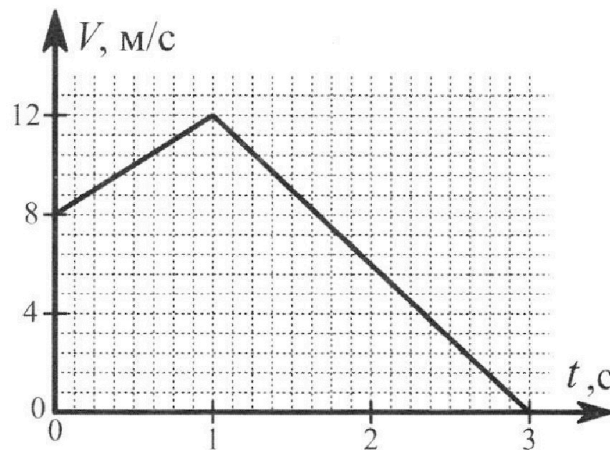
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



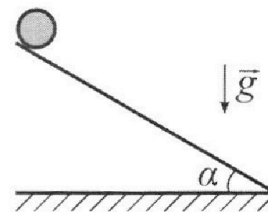
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1 \text{ м}$?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-03

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



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{He}}{N_K}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через нек оторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?

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



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 1

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

Задача 1

1)

$a < \frac{u^2}{R}$; m — масса ямочки

$ma = -mg + N$; $P = N$

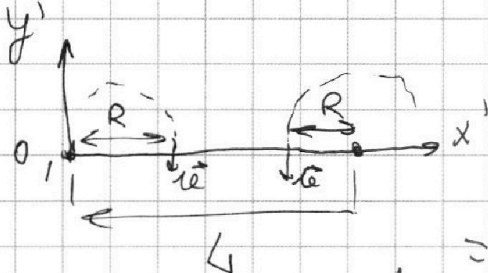
$P = m(a + g)$

$\delta = 1 - \frac{mg}{P} = 1 - \frac{mg}{m(a + g)} = 1 - \frac{g}{a + g} = 1 - \frac{g}{\frac{u^2}{R} + g} = 1 - \frac{10}{\frac{1600}{360} + 10}$

$= 0,5$ т.е. $\delta = 50\%$

2)

$u = \omega R$



$\vec{u} = \vec{u} - \vec{u}_{\text{frame}}$

$u_{\text{frame}} = (L - R)\omega = \frac{u}{R}(L - R)$

$= u \frac{L}{R} - u$

$\frac{L}{R} > 2 \Rightarrow \vec{u} < 0 \Rightarrow \text{скрестить}$

$\vec{u} = 2u - u \frac{L}{R}$

$\vec{u}$ направлена вверх

$|\vec{u}| = \left| 120 - 60 \cdot \frac{1800}{360} \right| = (120 - 300) = 180 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $\delta = 50\%$; $|\vec{u}| = 180 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ направлена вдоль оси Oy' (вверх)



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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

Задача 2.

Дано:

$$H = 45 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

$$v_0 = ?$$

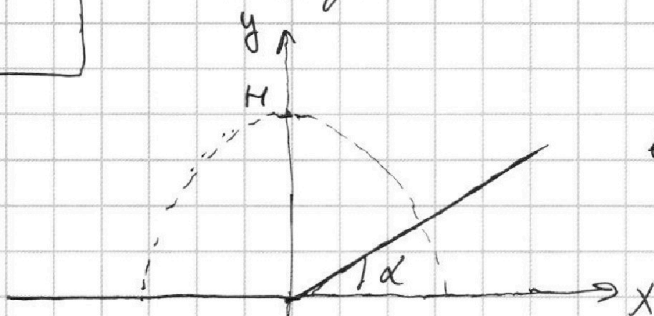
$$S = ?$$

Решение:

3. С. Э.

$$\frac{mv_0^2}{2} = m g H$$

$$v_0 = \sqrt{2 g H} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



Найдём коэффициенты
в ур-е параболы
безопасности

$$y = ax^2 + bx + c$$

$$x=0 \Rightarrow y=c=H$$

Когда $y=0$, то дальность полёта максимальна

$$L = v_{0x} t = v_0 \cos \alpha t$$

$$0 = v_0 y t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow 2 v_0 \sin \alpha = g t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\text{т.к. } L = L_{\max} \text{ то } \sin 2\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{v_0^2}{g} = \frac{900}{10} = 90$$

т.е. корни ур-я $y = ax^2 + bx + H$ ~~и~~ ~~т.е.~~

$$x = \pm 90$$

т.е.

$$\sin \alpha = 0,8, \quad \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6 \Rightarrow$$

$$\tan \alpha = \frac{8}{6}$$

Запишем ур-е прямой (касательная) $y = \frac{8}{6} x (4)$



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
3 из 7

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!

Приведем ур-я (1), (2)

Зададим ур-е параболы

$$\begin{cases} 8100a + 90b + 45 = 0 \\ 8100a - 50b + 95 = 0 \end{cases}$$

отсюда $a = -\frac{1}{180}$, $b = 0$

$$\begin{cases} y = -\frac{x^2}{180} + 45 \\ y = \frac{8}{6}x \end{cases}$$

$$\frac{x^2}{180} + \frac{8}{6}x - 45 = 0$$

$$x^2 + 240x - 45 \cdot 180 = 0$$

$$D = (120)^2 + 45 \cdot 180 = (150)^2$$

$$x = -120 \pm 150$$

$$x = 30$$

или $x = -270$ данный корень не подходит т.к. мы рассматриваем пересечение при $x > 0$

$$x_0 = 30 \Rightarrow y_0 = 40$$

$$S = \sqrt{x_0^2 + y_0^2} = 50 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $S = 50 \text{ м}$

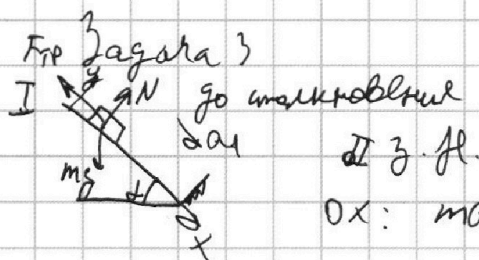


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

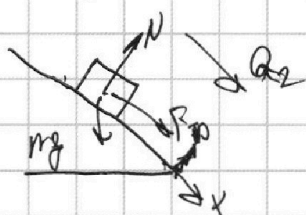
СТРАНИЦА
1 из 2

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!



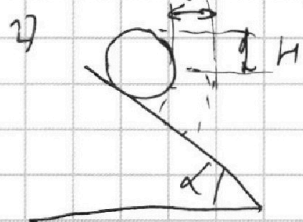
ОХ: $ma_1 = -F_{тр} + mg \sin \alpha$ (1)
из графика $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4}{1} = 4 \frac{m}{c^2}$

II после столкновения



ОХ: $ma_2 = F_{тр} + mg \sin \alpha$ (2)
из графика $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12}{2} = 6 \frac{m}{c^2}$
(1)+(2): $m(a_2 + a_1) = 2mg \sin \alpha$

$$\sin \alpha = \frac{a_2 + a_1}{2g} = \frac{10}{2 \cdot 10} = \frac{1}{2}$$



Теорема Кенни для бочка:

$$L = L_{ц.м.} + L_{о.ч.м.} = \frac{m\omega^2 R^2}{2} + \frac{m\omega^2 r^2}{2} = m\omega^2 R$$

3. С.З. $(m + n)m g H = m\omega^2 R + \frac{nm\omega^2 R^2}{2}$

$$H = \frac{1}{2} g \alpha \cdot s$$

$$m \cdot 4g \frac{1}{2} \alpha \cdot s = 2,5 \omega^2 m$$

$$\sqrt{\frac{40g}{25} \frac{1}{2} \alpha \cdot s} = \omega \quad ; \quad \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \frac{1}{2} \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{400}{25} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 1} = 4 \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{3}} \approx 4 \cdot \frac{1,3}{1,7} \approx 3 \frac{m}{c^2}$$

$$\frac{1}{2} m \omega^2 R^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 R^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 R^2$$

3) $\frac{40g}{25} \cdot \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\cos \alpha} \cdot s = a \Rightarrow a = \frac{40g \sin \alpha}{50} \Rightarrow 0,8g \sin \alpha = 4 \frac{m}{c^2}$



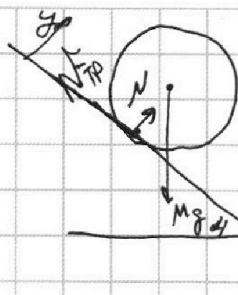
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☒☐☐☐☐

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!



$$m = m_1 + m_2 = 4m$$

$$\text{Ox: } -f_{\text{тр}} + Mg \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

$$\text{Oy: } N - Mg \cos \alpha = 0$$

$$f_{\text{тр}} \leq \mu N = \mu Mg \cos \alpha \quad (2)$$

$$(1) \quad Mg \sin \alpha = f_{\text{тр}}$$

$$Mg \sin \alpha \leq \mu Mg \cos \alpha$$

$$\Leftrightarrow \mu \geq \tan \alpha$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\mu \geq 0,6$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; \quad \mu = 3 \frac{M}{C}; \quad a = 4 \frac{M}{C};$$

$$\mu \geq 0,6$$



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

1 из 1

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

Задача 4.

1) $Q = \alpha U_1 + A_1$ т.к. процесс изм $V = \text{const}$ то $A_1 = 0$

$$Q = \left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) R \alpha T_1 \quad (1)$$

$$2) Q = \alpha U_2 + A_2 = \left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) R \alpha T_2 + A_2 \quad (2)$$

из (1) и (2) найдем $Q = Q \frac{\alpha T_2}{\alpha T_1} + A_2$

$$A_2 = Q \left(1 - \frac{\alpha T_2}{\alpha T_1} \right) = \left(1 - \frac{30}{48} \right) \cdot 960 = 360 \text{ Дж}$$

$$C_V = \frac{\delta Q}{dT_1} = \frac{960}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \quad (1): 3\nu_1 + 5\nu_2 = \frac{2C_V}{R}$$

$$A_2 = P dV = \nu R \alpha T_2$$

$$\nu = \frac{A_2}{R \alpha T_2}$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \frac{A_2}{R \alpha T_2} \quad (3)$$

из (1) и (2) найдем:

$$\nu_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{2C_V}{R} - \frac{3A}{R \alpha T_2} \right); \quad \nu_1 = \frac{5A}{2R \alpha T_2} - \frac{C_V}{R}$$

$$\frac{M_P}{M_K} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\frac{5A}{2R \alpha T_2} - \frac{C_V}{R}}{\frac{1}{2} \left(\frac{2C_V}{R} - \frac{3A}{R \alpha T_2} \right)} = \frac{5 \frac{A}{\alpha T_2} - 2C_V}{2C_V - 3 \frac{A}{\alpha T_2}} = \frac{5 \cdot \frac{360}{30} - 2 \cdot 20}{2 \cdot 20 - 3 \cdot \frac{360}{30}} = \frac{60 - 40}{40 - 36} = \frac{20}{4} = 5$$

Ответ: $A = 360 \text{ Дж}; C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}, \frac{M_P}{M_K} = 5$



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

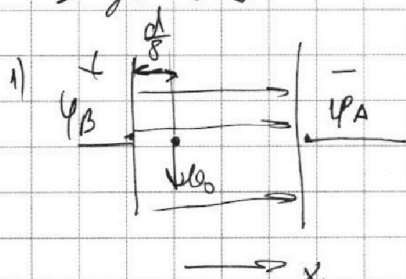
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 1

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

Задача 5.



$$Q = \frac{v_0^2}{R}$$

$$f = \frac{q}{m}$$

$$OK: F = ma$$

$$Eq = ma$$

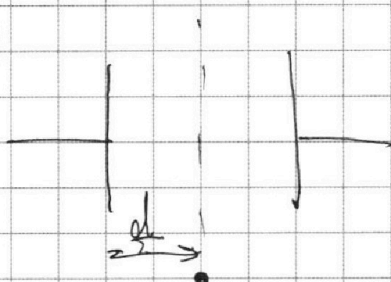
$$Eq = ma$$

$$\frac{kqk}{(8)} \cdot q = ma ; U = \varphi_B - \varphi_A = \frac{kqk}{d}$$

$$2U \cdot d = kqk$$

$$\frac{64 U \cdot d}{d^2} \cdot q = ma ; U = \frac{m v_0^2 \cdot d}{9 \cdot 64 \cdot R} = \frac{v_0^2 \cdot d}{64 \cdot 8 R} B$$

2)



$$U \cdot d = \left(\frac{kqk}{2d} - \frac{kqk}{8d} \right) q =$$

$$= U d \left(\frac{1}{2d} - \frac{1}{8d} \right) q = U q \frac{3}{8}$$

3. Г.З.

$$U \cdot d + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \left(\frac{kqk}{2d} - \frac{kqk}{8d} \right) q$$

$$U q \frac{3}{8} + m v_0^2 = m v^2 \quad | : m$$

$$U f \frac{3}{4} + v_0^2 = v^2$$

$$\frac{v_0^2 d \cdot 3 \cdot 8}{64 \cdot 4 \cdot 8 R} + v_0^2 = v^2$$

$$v = v_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{256R} \frac{m}{C}}$$

Ответ: $U = \frac{v_0^2 d}{64 \cdot 8 R} B ; v = v_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{256R} \frac{m}{C}}$

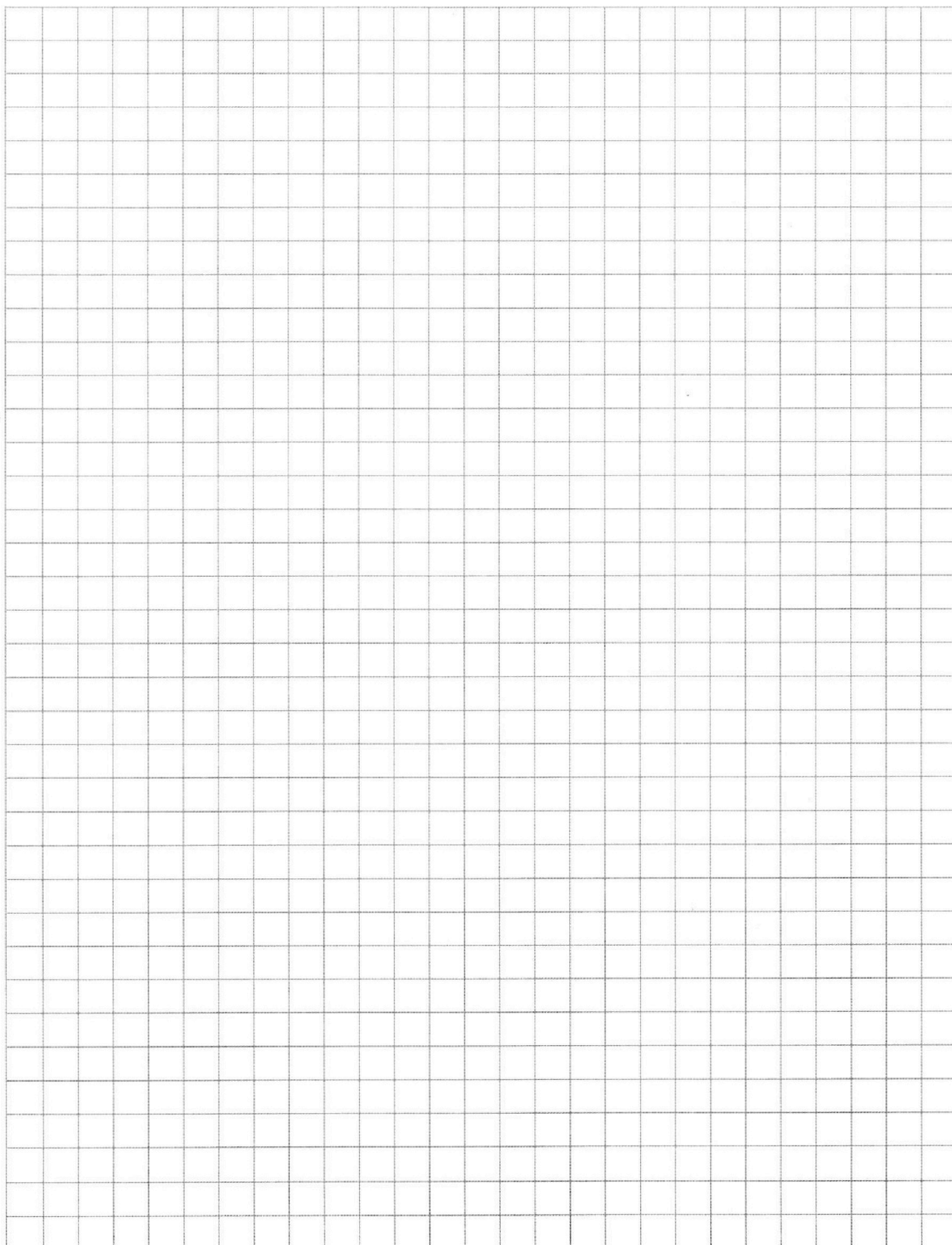


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$\frac{300}{360} = 5$

$ma = -mg \sin \alpha$

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

$p = ma$

$\alpha = \frac{mg}{m \frac{v^2}{R}} = \frac{gR}{v^2} = \frac{10 \cdot 360^2}{6 \cdot 0.88} = 1$

$\omega = \frac{v}{R}$

$\omega' = \omega \cdot (R + L) = v + \frac{L}{R} v$

$\vec{a}'' = \vec{a} - \vec{a}' = v + v - \frac{L}{R} v = -\frac{L}{R} v$

$\frac{300}{360} \cdot 60 = 300 \frac{A}{C}$

$\frac{v^2}{8} = 6$

$b = 90$

$\frac{m v_0^2}{2} = m g H$

$v_0 = \sqrt{2 g H} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30$

$y = ax^2 + bx + c$

$y(0) = c = H$

$0 = ax^2 + bx + c$

$0 = 20x^2 + 30x + 4$

$v_{ext} = b \Rightarrow t = \frac{b}{v_{ext}}$

$H = v_{ext} t - \frac{g t^2}{2}$

$H = \frac{g L^2}{2 \cdot v_{ext}^2}$



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!

$$x_1 = \pm 90$$

$$c = n = 45$$

$$8100a + 90b + 45 = 0$$

$$8100a - 90b + 45 = 0$$

$$16200a = -90$$

$$a = -\frac{9}{1620} = -\frac{1}{180}$$

$$\frac{9}{180} = 45 \Rightarrow b = 0$$

$$y = -\frac{x^2}{180} + 45$$

$$-\frac{x^2}{180} + 45 = \frac{8}{5}x$$

$$\frac{x^2}{180} + \frac{8}{5}x + 45 = 0$$

$$x^2 + 240x - 45 \cdot 180 = 0$$

$$D = 720^2 + 45 \cdot 180 = (750)^2$$

$$x = -120 \pm 150$$

$$x = 30 \quad \text{или } x = -270$$

$$y = \frac{8 \cdot 30}{5} = 48 \Rightarrow p_2 = 50$$

$$u = \frac{m \omega^2 d}{64 q R} = \frac{m \omega^2 d}{64 m \pi R} = \frac{\omega^2 d}{64 \pi R}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \overline{) 9} \\ 9 \\ \underline{72} \\ 72 \\ \underline{0} \end{array}$$

$$\Delta \pi = \left(\frac{K R}{8} - \frac{K R}{2} \right) a =$$

$$\Delta \pi = 0, 8 \Rightarrow$$

$$\Delta \pi = 0, 6 \Rightarrow 8100$$

$$\Delta \pi = \frac{8}{5}x$$

$$y = \frac{8}{5}x$$

$$\begin{array}{r} 180 \overline{) 6} \\ 18 \\ \underline{0} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +14400 \\ 8100 \\ \hline 22500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ 15 \\ \hline 30 \end{array}$$

$$\frac{K q d}{m \left(\frac{d}{8} \right)^2} = \frac{m \omega^2}{R}$$

$$\frac{u d q}{d^2} = \frac{m \omega^2}{R}$$

$$\frac{\omega^2 d}{64 \pi R}$$



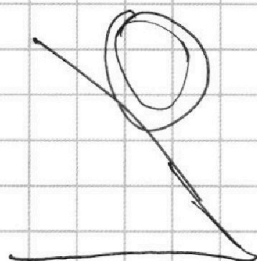
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$E_k = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v^2}{2} = m v^2$$

$$E_k = \frac{m v^2}{2}$$

$$m v^2 + 1,5 v^2 m = 2,5 m^2 h$$

2

$$\begin{array}{r} \times 64 \\ 4 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\text{где } S = 4\pi R = 2,5 m^2 h$$

$$v = \frac{2}{5} \sqrt{g R \sin \alpha}$$

$$\frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{S}{\cos \alpha} \sqrt{1 - \frac{3}{4} \frac{d}{R}} v_0 = v$$

$$\frac{S \sin \alpha}{S \cos \alpha} = a$$

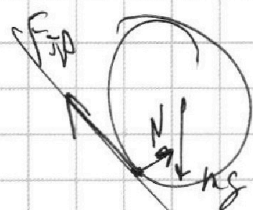
$$\begin{array}{r} \times 4 \\ 164 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,7 \\ 1,7 \\ \hline 149 \\ + 17 \\ \hline 166 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 4,2 \\ 4,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,7 \\ 8 \\ \hline 136 \end{array}$$

$$1660 + 4 \cdot 40 + 4 = 1764$$



$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + 6,389$$

$$\begin{array}{r} 1,3 \\ 1,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,76 \\ 4 \\ \hline 3,24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 130 \overline{) 17} \\ - 149 \overline{) 76} \\ \hline 110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110 \\ 102 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\sin \alpha = \mu \cos \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha$$

$$u = \frac{k q q}{d}$$

$$\frac{m v^2}{R} = \frac{k q q}{\left(\frac{d}{8}\right)^2} = \frac{u d q}{\frac{d^2}{64}} = \frac{m v^2}{R}$$

$$u = \frac{v^2 d}{64 R}$$

$$E_p = \left(\frac{k q q}{2d} - \frac{u q q}{8d} \right) q =$$

$$= u \frac{3}{8} q$$

$$u d d \left(\frac{4}{8} - \frac{1}{8} \right) q =$$

$$\sqrt{v^2 - 0,75 u} = v$$

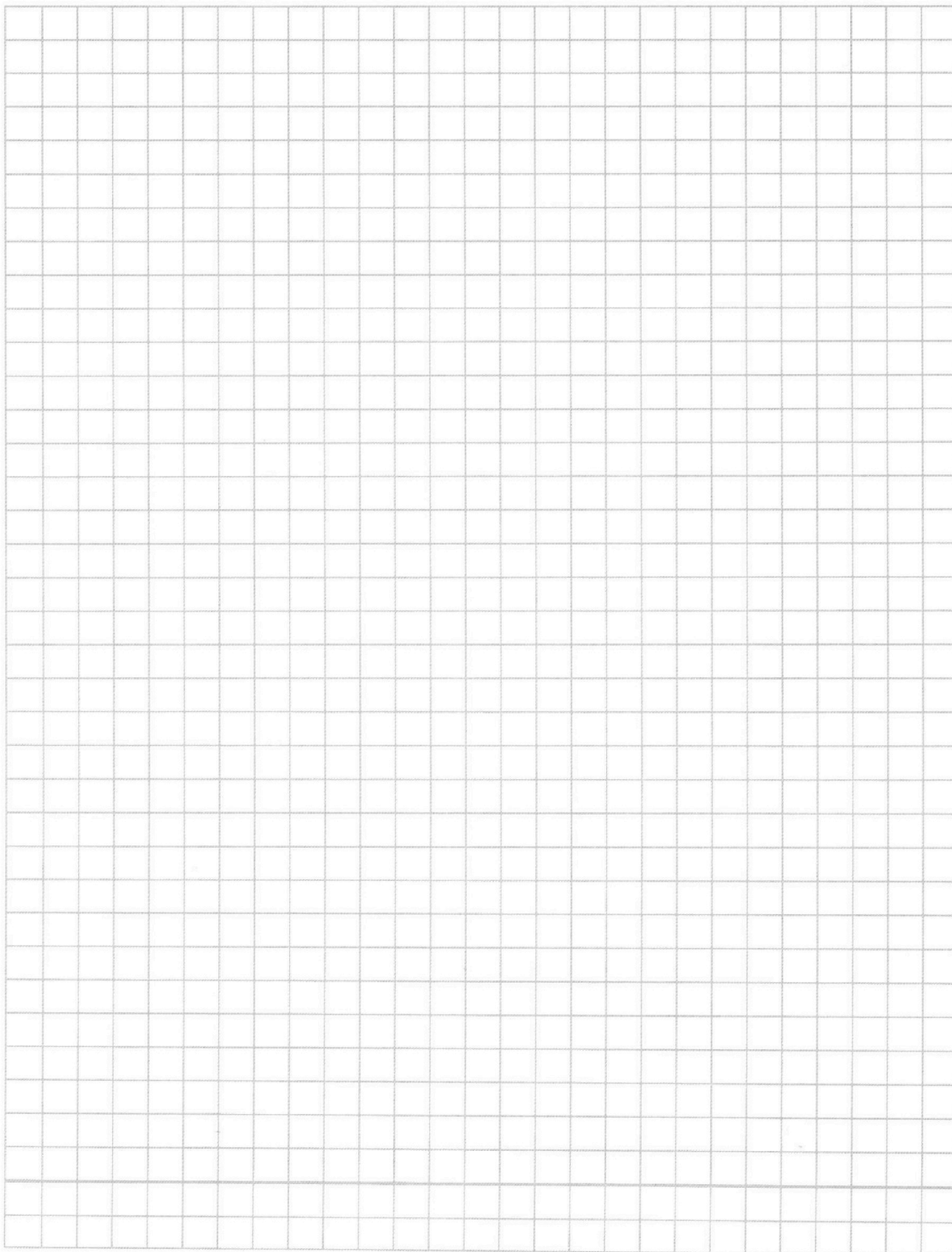


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$Q = \kappa U_1 + A = \left(\frac{3}{2} \tau_1 + \frac{5}{2} \tau_2 \right) R \Delta T_1$$

$$Q = \kappa U_2 + A = \left(\frac{3}{2} \tau_1 + \frac{5}{2} \tau_2 \right) R \Delta T_2 + A$$

$$Q = Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} + A \quad A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = \left(1 - \frac{30}{60} \right) \cdot 960$$

$$= \left(1 - \frac{30}{60} \right) \cdot 960 = \frac{6}{6} \cdot 960 = 360 \text{ Дж}$$

$$C_V = \frac{\delta Q}{dt} = \frac{360}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$A = P_2 V = 2 R \Delta T_2$$

$$\tau_1 + \tau_2 = \frac{A}{R \Delta T_2}$$

$$3\tau_1 + 5\tau_2 = \frac{2C_V}{R}$$

$$2\tau_2 = \frac{C_V}{R} - \frac{3A}{R \Delta T_2}$$

$$\tau_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{2C_V}{R} - \frac{3A}{R \Delta T_2} \right)$$

$$= \frac{5 \cdot \frac{20}{38} - 20}{20}$$

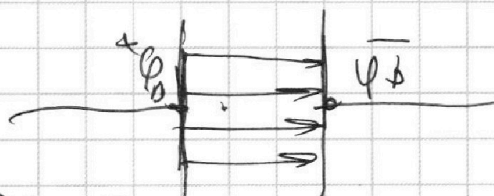
$$= \frac{2 \cdot 20 - 3 \cdot \frac{360}{38}}{40 - 36} = \frac{40}{4} = 10$$

$$U = \frac{R Q_K}{d}$$

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

$$F = ma$$

$$F = \frac{m v^2}{R}$$



$$F = \frac{k x}{R^2}$$

$$P_A - P_B = U$$



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!

$$\Delta = \frac{P}{R} = \frac{2R \cdot I_2}{R} = 2I_2$$

$$\Delta = \frac{P}{R} = \frac{2R \cdot I_2}{R} = 2I_2$$

$$I_2 = \frac{\Delta}{R \cdot 2} = \frac{12}{30} \cdot R^{-1} = 1,2 R^{-1}$$

$$I_1 + I_2 = \frac{\Delta}{R \cdot 2} \Rightarrow I_1 = -I_2 + \frac{\Delta}{R \cdot 2}$$

$$\frac{2C_V}{R} = 3I_1 + 5I_2$$

$$\frac{2C_V}{R} = -3I_2 + \frac{3\Delta}{R \cdot 2} + 5I_2$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{2C_V}{R} - \frac{3\Delta}{R \cdot 2} \right) = I_2$$

$$I_1 = \frac{\Delta}{R \cdot 2} - \frac{1}{2} \frac{C_V}{R} + \frac{3\Delta}{2R \cdot 2} =$$

$$= \frac{5\Delta}{2R \cdot 2} - \frac{C_V}{R}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{5\Delta}{2R \cdot 2} - \frac{C_V}{R}}{\frac{1}{2} \left(\frac{2C_V}{R} - \frac{3\Delta}{R \cdot 2} \right)} = \frac{5\Delta - 2\Delta \cdot C_V}{2C_V \cdot 2 - 6\Delta} = \frac{180 - 2 \cdot 30 \cdot 20}{1200 - 216}$$

$$I_1 + I_2 = 1,2 R^{-1} \Rightarrow I_1 = 1,2 R^{-1} - I_2$$

$$3I_1 + 5I_2 = 40 R^{-1}$$

$$3,6 R^{-1} - 3I_2 + 5I_2 = 40 R^{-1}$$

$$2I_2 = 36,4 R^{-1}$$

$$I_2 = 18,2 R^{-1}$$

$$I_1 + I_2 = 1,2 R^{-1}$$

$$3I_1 + 5I_2 = 40 R^{-1}$$

$$2I_2 = 36,4 R^{-1}$$

$$I_2 = 18,2 R^{-1}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 6 \\ \hline 216 \end{array}$$

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
☐

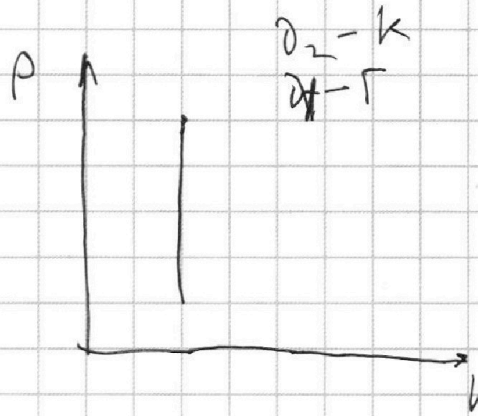
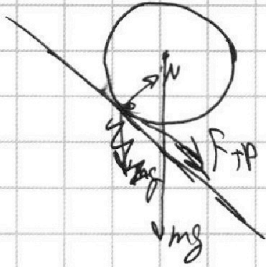
5
☐

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!



$$\begin{aligned} & \times 16 \\ & 96 \\ & 16/16 \end{aligned}$$

$$pV = \nu RT$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q_1 = \Delta U = \frac{i_1}{2} \nu R \Delta T_1 + \frac{i_2}{2} \nu R \Delta T_2 = \left(\frac{i_1}{2} \nu R + \frac{i_2}{2} \nu R \right) \Delta T$$

$$Q_2 = \left(\frac{i_1}{2} \nu R + \frac{i_2}{2} \nu R \right) \Delta T_2 + A$$

$$960/16$$

$$Q = Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} + A$$

$$Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = A$$

$$A = \left(1 - \frac{30}{48} \right) Q = \left(1 - \frac{10}{16} \right) = \frac{6}{16} \cdot \frac{960}{3} = 360 \text{ Дж}$$

$$C_V \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\delta Q}{dT} = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960}{48} = \frac{60}{3} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$Q = \left(\frac{3}{2} \nu_1 R + \frac{5}{2} \nu_2 R \right) \Delta T_1$$

$$\frac{C_V}{R} = \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1 R} = \frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2$$

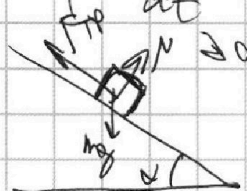


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

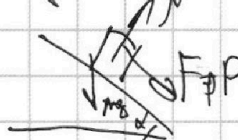
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$a_1 = \frac{dv_1}{dt} = \frac{4}{1} = 4 \frac{m}{s^2}$$


$$ma_1 = mg \sin \alpha - F_{тр}$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

~~$$ma_2 = mg \sin \alpha + F_{тр}$$~~


$$ma_2 = mg \sin \alpha + F_{тр}$$

$$m(a_1 + a_2) = 2mg \sin \alpha$$

$$a_2 = \frac{12}{2} = 6 \frac{m}{s^2}$$

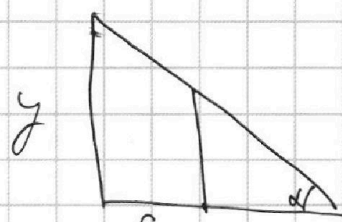
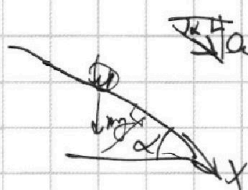
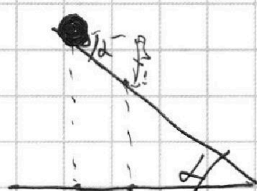
$$\frac{a_1 + a_2}{2g} = \sin \alpha$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \frac{1}{2}$$

$$\tan \alpha \cdot S \cdot mg = ma_2$$

$$\mu = \sqrt{\frac{2a_2}{g \sin \alpha}}$$

$$\frac{10}{2 \cdot 10} = \sin \alpha = \frac{1}{2}$$



$$mg \sin \alpha = ma = 5 \frac{m}{s^2}$$

$$\mu \cos \alpha \frac{X}{\cos \alpha} - \frac{X - S}{\cos \alpha} = \frac{S}{\cos \alpha}$$

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} = S_x = \frac{S}{\cos \alpha}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2a S}{\cos \alpha}} = \sqrt{5 \cdot 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 10} = \sqrt{1.2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10}$$

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