



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

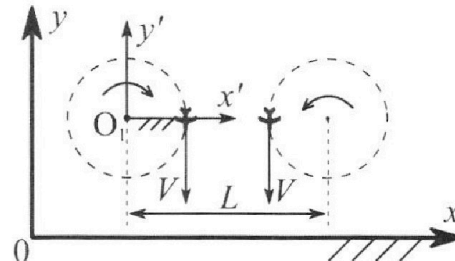
## Вариант 10-03

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

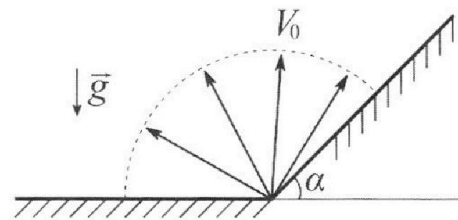
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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  $\vec{U}$ .

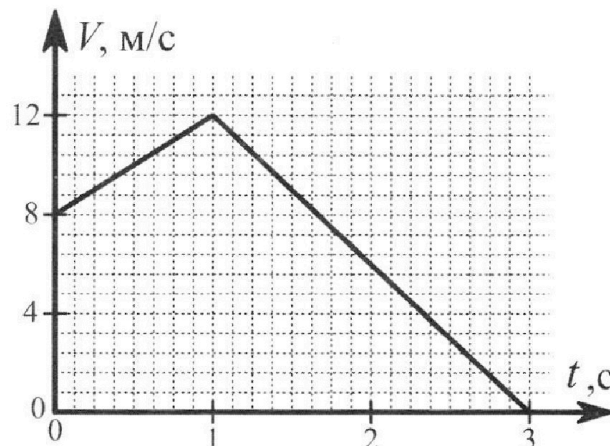
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков  $H = 45 \text{ м}$ . Ускорение свободного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



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

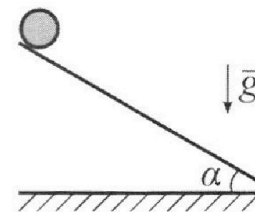
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $\alpha$  – 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  $\mu$  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  $\frac{N_{He}}{N_{O_2}}$  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.



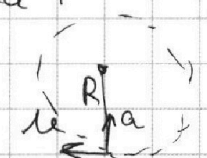
1  2  3  4  5  6  7

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)   $a \leq \frac{u^2}{R}$ ;  $m$  - масса яемчки

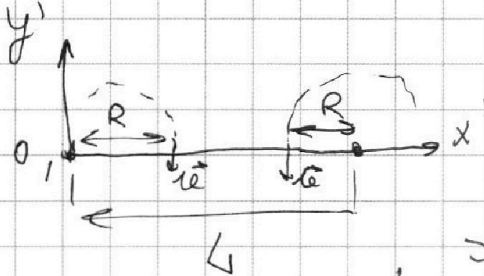
$ma = -mg + N$ ;  $\rho = N$

$\rho = m(a + g)$

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

$= 0,5$  т.е.  $\rho = 50\%$

2)  $u = \omega R$



$\vec{u} = \vec{u} - \vec{u}_{0m}$

$u_{0m} = (L - R)\omega = \frac{u}{R}(L - R)$

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

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

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

$\vec{u}$  направлена вверх

$|\vec{u}| = |120 - 60 \cdot \frac{1800}{360}| = |120 - 300| = 180 \frac{m}{c}$

Ответ:  $\rho = 50\%$ ;  $|\vec{u}| = 180 \frac{m}{c}$  направлена вверх ось  $Oy'$  (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:

$$H = 45 \text{ м}$$

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

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

$$v_0 = ?$$

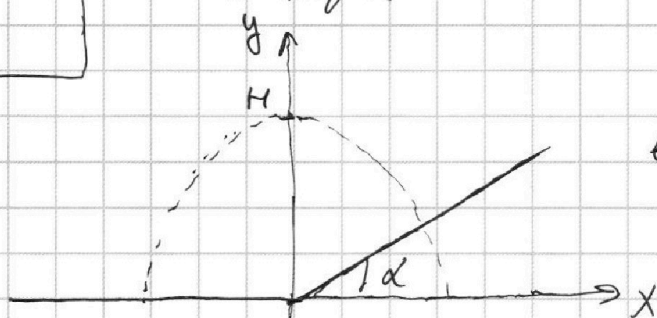
$$S = ?$$

Решение:

3. С. Э.

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

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



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

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

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

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

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

т.е. корни ур-я  $y = ax^2 + bx + H$

$$x = \pm 90$$

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

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

Найдём 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 уравнение  
введем переменные

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

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  $x = -270$  отрицательный корень не рассматриваем 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:  $v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $S = 50 \text{ м}$

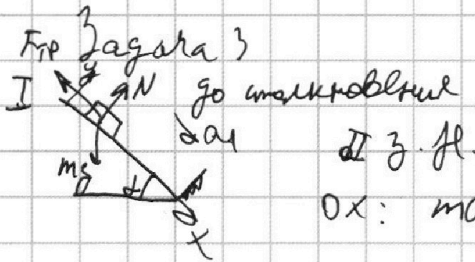


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

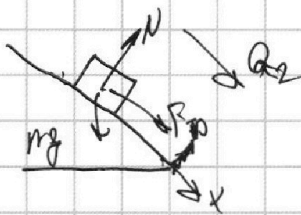
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$Ox: m a_1 = -F_{тр} + m g \sin \alpha \quad (1)$$

из графика  $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4}{1} = 4 \frac{M}{c^2}$

II после столкновения

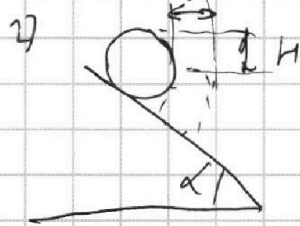


$$Ox: m a_2 = (F_{тр} + m g \sin \alpha) \quad (2)$$

из графика  $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12}{2} = 6 \frac{M}{c^2}$

(1)+(2):  $m(a_2 + a_1) = 2 m g \sin \alpha$

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



Теорема Кенни для ботки:

$$K = K_{ц.м.} + K_{о.ч.м.} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} = m v^2$$

$$3) \text{ C.7. } (m+n)gH = m v^2 + \frac{nm v^2}{2}$$

$$H = \frac{v^2}{g} \cdot 8$$

$$m \cdot 4g \frac{v^2}{g} = 2,5 v^2 \cdot m$$

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

$$v = \sqrt{\frac{400}{25} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 1} = 4 \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{3}} \approx 4 \cdot \frac{1,3}{1,7} \approx 3 \frac{M}{c}$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{P}{\cos \alpha}$$

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

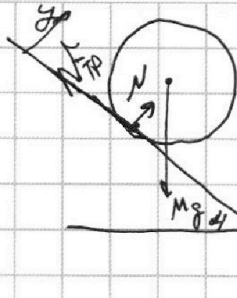


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

$$(1) \quad Mg \sin \alpha = F_{\text{TP}}$$

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

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

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

$$\mu \geq 0,6$$

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

$$\mu \geq 0,6$$

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

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

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

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

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

$$C_V = \frac{8Q}{\Delta T_1} = \frac{960}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \quad (1): 3\nu_1 + 5\nu_2 = \frac{2C_V}{R}$$

$$A_2 = PdV = 2R \Delta T_2$$

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

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

из (1) и (2) найдем:

$$\nu_2 = \frac{1}{2} \left( \frac{2C_V}{R} - \frac{3A_2}{R \Delta T_2} \right); \quad \nu_1 = \frac{5A_2}{2R \Delta T_2} - \frac{C_V}{R}$$

$$\frac{M_{\text{H}_2}}{M_{\text{K}}} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\frac{5A_2}{2R \Delta T_2} - \frac{C_V}{R}}{\frac{1}{2} \left( \frac{2C_V}{R} - \frac{3A_2}{R \Delta T_2} \right)} = \frac{5 \frac{A_2}{\Delta T_2} - 2C_V}{2C_V - 3 \frac{A_2}{\Delta T_2}} = \frac{5 \cdot \frac{360}{30} - 2 \cdot 20}{2 \cdot 20 - 3 \cdot \frac{360}{30}} = \frac{60 - 40}{40 - 36} = \frac{20}{4} = 5$$

Ответ:  $A = 360 \text{ Дж}; C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}, \frac{M_{\text{H}_2}}{M_{\text{K}}} = 5$



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.

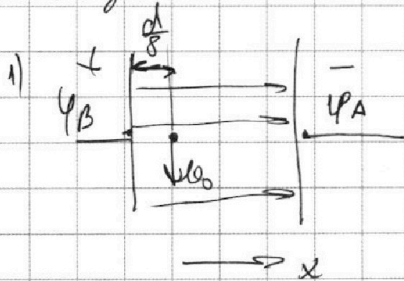


1  2  3  4  5  6  7

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



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

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

$$\text{ок: } F = ma$$

$$Eq = ma$$

$$Eq = ma$$

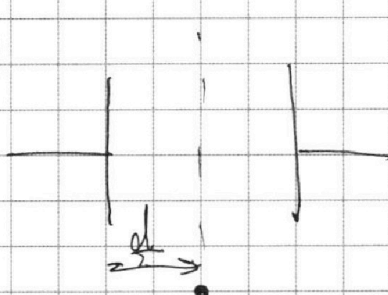
$$\frac{kqk}{(d/2)^2} \cdot q = ma$$

$$U = \varphi_B - \varphi_A = \frac{kqk}{d}$$

$$2U \cdot d = kqk$$

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

2)



$$\Delta E_{\text{п}} = \left( \frac{kqk}{2d} - \frac{kqk}{8d} \right) q =$$

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

3. С.З.

$$\Delta E_{\text{п}} + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \dots$$

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

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

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

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

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

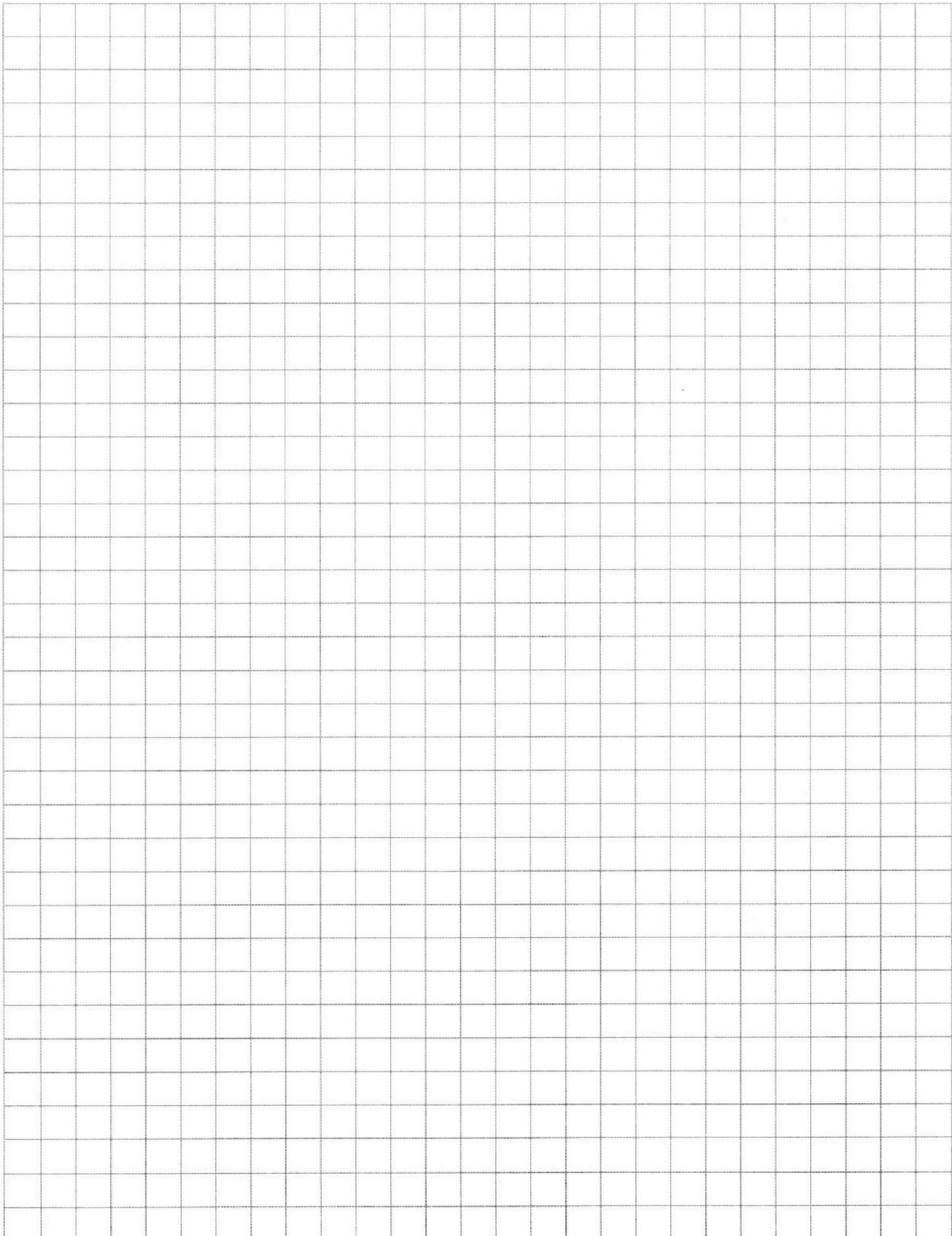


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$\frac{1800}{360} = 5$   
 $ma = -mg + N$   
 $a = \frac{v^2}{R}$   
 $p = mg$   
 $p = ma$   
 $\xi = \frac{mg}{m \frac{v^2}{R}} = \frac{gR}{v^2} = \frac{10 \cdot 360^2}{6 \cdot 0.68} = 1$   
 $\omega = \frac{v}{R}$   
 $\omega' = \omega \cdot (R + L) = v + \frac{L}{R} v$   
 $\vec{a}'' = \vec{a} - \vec{a}' = v + v - \frac{L}{R} v = -\frac{L}{R} v$   
 $\frac{1800}{360} \cdot 60 = 300 \frac{m}{c}$   
 $\frac{v_0^2}{8} = 6$   
 $b = 90$   
 $\frac{m v_0^2}{2} = mgH$   
 $v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30$   
 $y = ax^2 + bx + c$   
 $y(0) = c = H$   
 $0 = ax^2 + bx + c$   
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$   
 $v_{ext} = b \Rightarrow t = \frac{b}{v_{ext}}$   
 $v_{ext} H = v_{ext} t - \frac{gt^2}{2}$   
 $H = \frac{b^2}{2 \cdot v_{ext}^2} - \frac{g b^2}{2 \cdot v_{ext}^2}$

$\frac{1800}{360} = 5$   
 $ma = -mg + N$   
 $a = \frac{v^2}{R}$   
 $p = mg$   
 $p = ma$   
 $\xi = \frac{mg}{m \frac{v^2}{R}} = \frac{gR}{v^2} = \frac{10 \cdot 360^2}{6 \cdot 0.68} = 1$   
 $\omega = \frac{v}{R}$   
 $\omega' = \omega \cdot (R + L) = v + \frac{L}{R} v$   
 $\vec{a}'' = \vec{a} - \vec{a}' = v + v - \frac{L}{R} v = -\frac{L}{R} v$   
 $\frac{1800}{360} \cdot 60 = 300 \frac{m}{c}$   
 $\frac{v_0^2}{8} = 6$   
 $b = 90$   
 $\frac{m v_0^2}{2} = mgH$   
 $v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30$   
 $y = ax^2 + bx + c$   
 $y(0) = c = H$   
 $0 = ax^2 + bx + c$   
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$   
 $v_{ext} = b \Rightarrow t = \frac{b}{v_{ext}}$   
 $v_{ext} H = v_{ext} t - \frac{gt^2}{2}$   
 $H = \frac{b^2}{2 \cdot v_{ext}^2} - \frac{g b^2}{2 \cdot v_{ext}^2}$



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!

$$x_1 = \pm 90$$

$$c = n = 45$$

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

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

$$1620a = -90$$

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

$$\frac{9}{8100} = 45 \Rightarrow b = 0$$

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

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

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

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

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

$$x = -120 \pm 150$$

$$x = 30 \quad \text{т.к. } x = -220 \text{ не имеет}$$

$$y = \frac{8 \cdot 30}{5} = 40 \Rightarrow p_2 = 50$$

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

$$\begin{array}{r|l} 1 & \\ \hline 1 & \\ \hline \frac{d}{2} & \\ \hline \frac{d}{2} & \\ \hline \frac{d}{2} & \\ \hline 0 & \end{array}$$

$$\Delta L = \left( \frac{k R k}{8 \mu} - \frac{k q k}{2} \right) a =$$

$$\Delta L = 0, \beta = 1 \Rightarrow 900$$

$$\Delta L = 0, \beta = 2 \Rightarrow 8100$$

$$\Rightarrow \Delta L = \frac{8}{5}x$$

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

$$\begin{array}{r|l} 180 & 6 \\ \hline 18 & 130 \\ \hline 0 & \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} +15 \\ +15 \\ \hline +30 \\ \hline 225 \end{array}$$

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

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

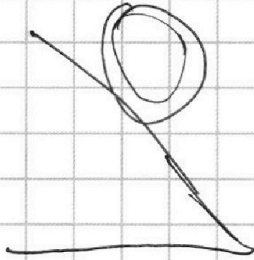


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



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

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

$$m v^2 + 1,5 v^2 m = 2,5 m v^2 \quad \times 64$$

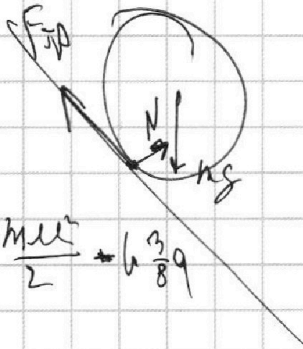
$$2,5 v^2 m = 2,5 m v^2$$

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

$$\frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2}{2,5 g} \quad \times 64$$

$$\frac{v^2 - v_0^2}{2,5 g} = \frac{v^2}{2,5 g} \quad \times 64$$

$$1600 + 4 \cdot 40 + 4 = 1764$$



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

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

$$\mu = \tan \alpha$$

$$\mu = \frac{k q_1 q_2}{d}$$

$$\frac{m v^2}{R} = \frac{k q_1 q_2}{\left(\frac{d}{8}\right)^2} = \frac{u d q}{d^2} = \frac{m v^2}{R}$$

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

$$E_p = \left( \frac{k q_1 q_2}{2d} - \frac{u q_1 q_2}{8d} \right) q = \frac{k q_1 q_2}{8d} \left( \frac{4}{8} - \frac{1}{8} \right) q = \frac{k q_1 q_2}{8d} \sqrt{u^2 - 0,75} u = 12$$

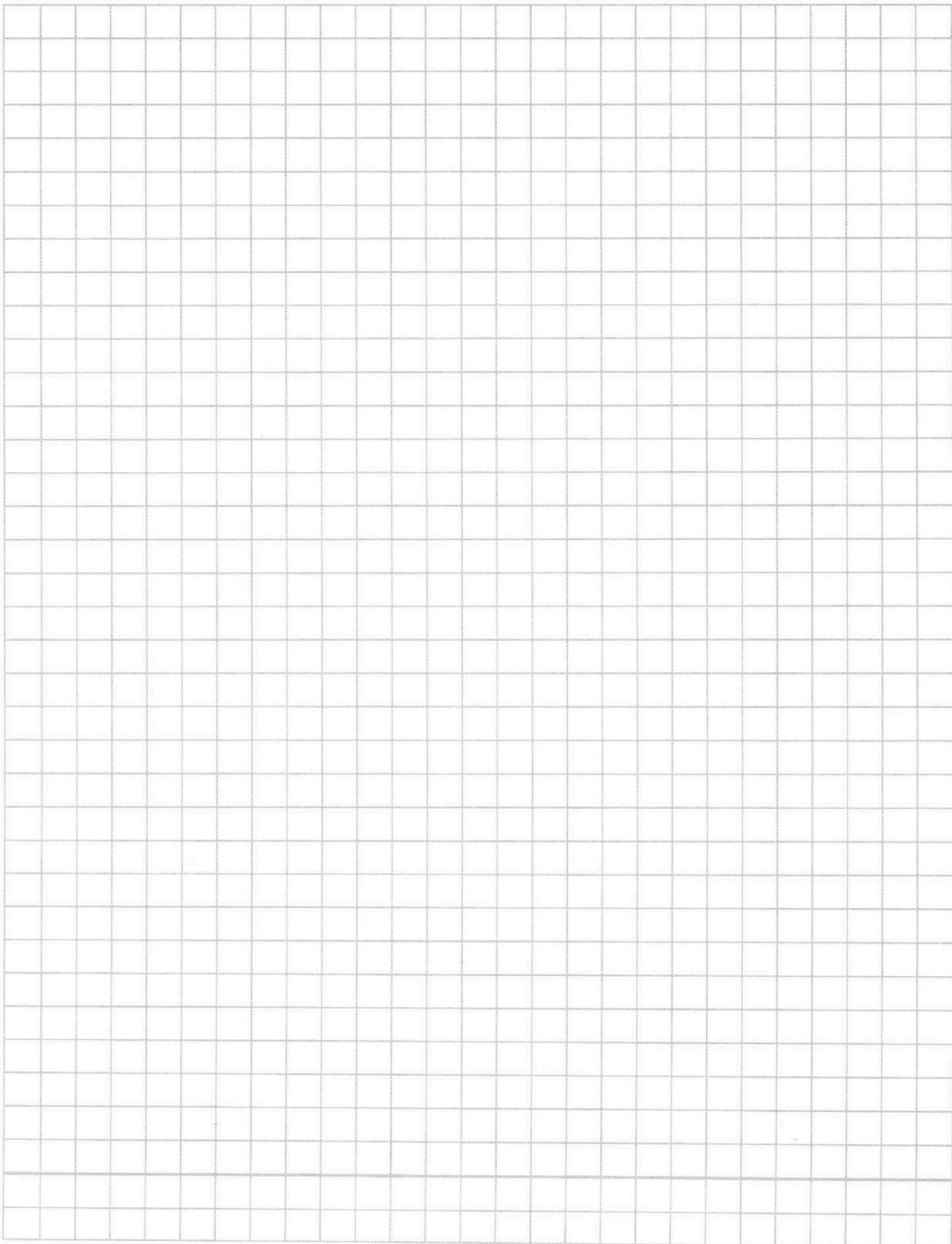


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$Q = \rho U_1 + \Delta = \left(\frac{\rho}{2} v_1 + \frac{\rho}{2} v_2\right) R \Delta T_1$$

$$Q = \rho U_2 + \Delta = \left(\frac{\rho}{2} v_1 + \frac{\rho}{2} v_2\right) R \Delta T_2 + \Delta$$

$$Q = Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} + \Delta \quad \Delta = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = \left(1 - \frac{30}{18}\right) \cdot 960$$

$$= \left(1 - \frac{10}{18}\right) \cdot 960 = \frac{6}{18} \cdot 960 = 320 \text{ Дж}$$

$$C_v = \frac{\delta Q}{dt} = \frac{320}{16} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

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

$$v_1 + v_2 = \frac{A}{R \Delta T_2} \quad | \cdot 3$$

$$3v_1 + 3v_2 = \frac{3A}{R \Delta T_2}$$

$$2v_2 = \frac{C_v}{R} - \frac{3A}{R \Delta T_2}$$

$$v_2 = \frac{1}{2} \left( \frac{C_v}{R} - \frac{3A}{R \Delta T_2} \right)$$

$$= \frac{5 \cdot \frac{320}{18} - 20}{2}$$

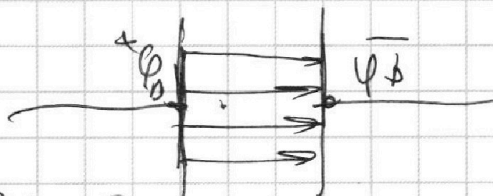
$$= \frac{2 \cdot 40 - 3 \cdot \frac{320}{18}}{40 - 36} = \frac{40 - 20}{4} = 10$$

$$U = \frac{K q_k}{d}$$

$$a = \frac{U e^2}{R}$$

$$F = ma$$

$$F = \frac{m U e^2}{R}$$



$$F = \frac{U q}{R^2}$$

$$P_A - P_B = U$$



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!

~~$P_{12} = 2R$~~   
 ~~$P_{12} = 2R$~~

$$D_1 + D_2 = 1,2 R^{-1}$$

$$3D_1 + 5D_2 = 40 R^{-1}$$

$$2D_2 = 36,4 R^{-1}$$

$$D_2 = 18,2 R^{-1}$$

$$\Delta = P_{12} = 2R \cdot I_2$$

$$D_1 = \frac{\Delta}{R_{12}} = \frac{12}{30} \cdot R^{-1} = 0,4 R^{-1}$$

$$D_1 + D_2 = \frac{\Delta}{R_{12}} \Rightarrow D_1 = -D_2 + \frac{\Delta}{R_{12}}$$

$$\frac{2C_v}{R} = 3D_1 + 5D_2$$

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

$$\frac{2C_v}{R} = -3D_2 + \frac{3\Delta}{R_{12}} + 5D_2$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{2C_v}{R} - \frac{3\Delta}{R_{12}} \right) = D_2$$

$$D_1 = \frac{\Delta}{R_{12}} - \frac{1}{2} \frac{C_v}{R} + \frac{3\Delta}{2R_{12}}$$

$$= \frac{5\Delta}{2R_{12}} - \frac{C_v}{R}$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{\frac{5\Delta}{2R_{12}} - \frac{C_v}{R}}{\frac{1}{2} \left( \frac{2C_v}{R} - \frac{3\Delta}{R_{12}} \right)} = \frac{5\Delta - 2\Delta \frac{C_v}{R}}{2C_v \frac{R_{12}}{R} - 3\Delta} = \frac{180 - 2 \cdot 30 \cdot 20}{1200 - 216}$$

$$D_1 + D_2 = 1,2 R^{-1} \Rightarrow D_1 = 1,2 R^{-1} - D_2$$

$$3D_1 + 5D_2 = 40 R^{-1}$$

$$3,6 R^{-1} - 3D_2 + 5D_2 = 40 R^{-1}$$

$$2D_2 = 36,4 R^{-1}$$

$$D_2 = 18,2 R^{-1}$$



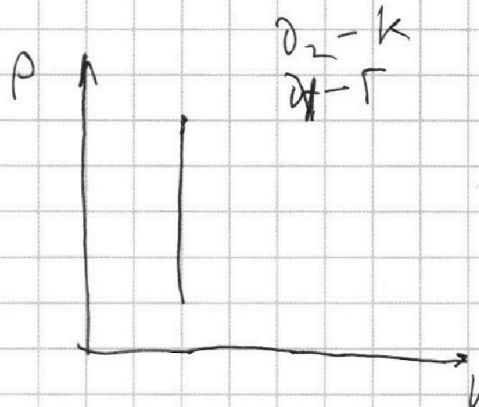
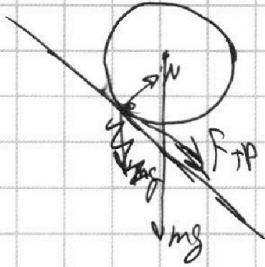
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$\times \frac{16}{6}$   
96  
~~18/2~~

$$pV = \nu RT$$

$$Q = \Delta U + A$$

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

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

960/16

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

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

~~$$Q = \frac{A}{1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$~~

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

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

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

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

$$\frac{Q = A}{\Delta T_2 R} = \frac{3}{2} \nu + \frac{5}{2} \nu$$

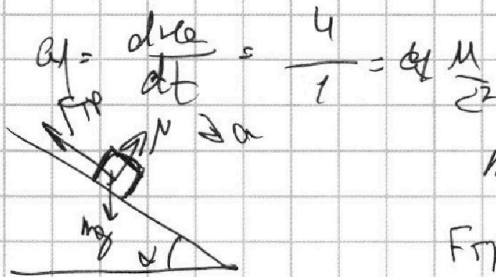


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

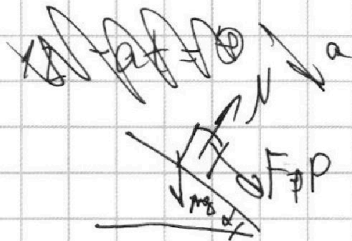
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$ma_1 = mg \sin \alpha - F_{тр}$$

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

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



$$ma_2 = mg \sin \alpha + F_{тр}$$

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

$$a_2 = \frac{12}{2} = 6 \frac{M}{с^2}$$

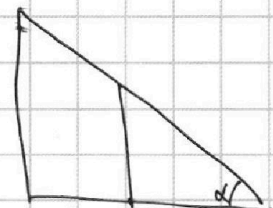
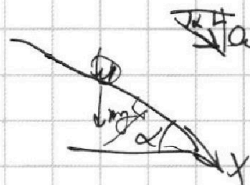
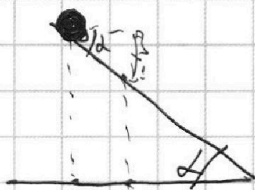
$$\frac{a_1 + a_2}{2g} = \sin \alpha$$

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

$$\sin \alpha \cdot 8mg = ma_1$$

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

$$\alpha = \sqrt{2g \cdot S}$$



$$mg \sin \alpha = ma = 5 \frac{M}{с}$$

$$\frac{x}{\cos \alpha} - \frac{(x-S)}{\cos \alpha} = \frac{S}{\cos \alpha}$$

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

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

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