



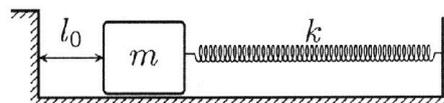
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

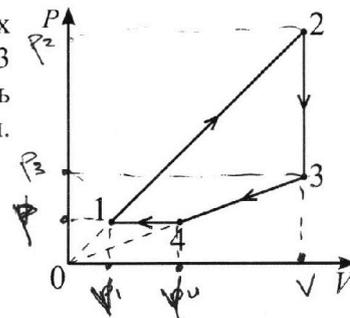
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой  $m$  прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью  $k$ . На расстоянии  $l_0$  от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на  $11l_0/4$ , тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось  $5l_0/2$ . Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
- 2) Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
- 3) Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

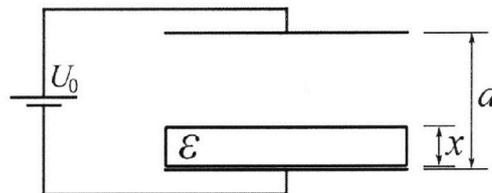
В ответах допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты  $Q$  ( $Q > 0$ ). Молярная теплоёмкость газа в процессе 3-4 равна  $C = 3R$ ,  $R$  – универсальная газовая постоянная. Отношение температур  $T_4/T_1 = 5/2$ .

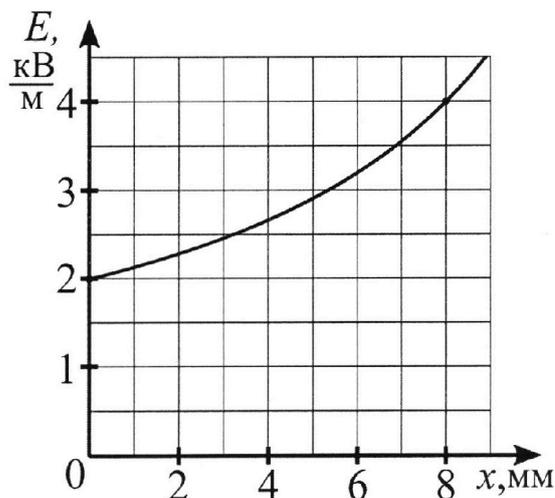


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками  $d = 12$  мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной  $x$  (пластина занимает часть объема конденсатора, равную  $x/d$ ). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины  $x$  (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение  $U_0$  источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  диэлектрика.





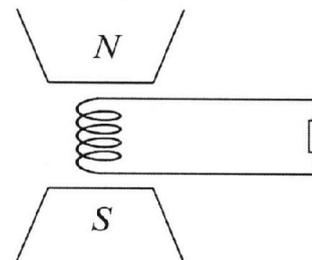
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

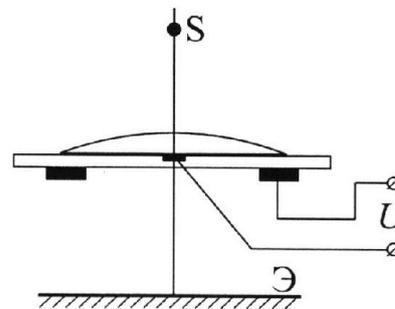
4. Катушка с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением  $R$ . Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до  $I_1$ .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время  $\tau/3$  от начала выключения.
- 2) Найти заряд  $q$ , протекший через резистор от момента начала выключения поля до момента, когда ток через резистор станет нулевым.
- 3) Найти индуктивность  $L$  катушки.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления  $n = 1,4$  покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода  $S$  на экране  $\mathcal{E}$ . Источник  $S$  можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии  $b = 6$  см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус  $R$  кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения  $U$ , прикладываемого к электродам. Если светодиод на высоте  $a_1 = 12$  см над каплей, то изображение на экране при  $U_1 = 1$  В. Если светодиод на высоте  $a_2 = 18$  см, то изображение на экране при напряжении  $U_2 = 2$  В.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния  $F$  плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны  $R$  и показателя преломления  $n$ .
- 2) Определите радиус кривизны  $R_0$  капли при нулевом напряжении.
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей  $E_1/E_2$  первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.



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.

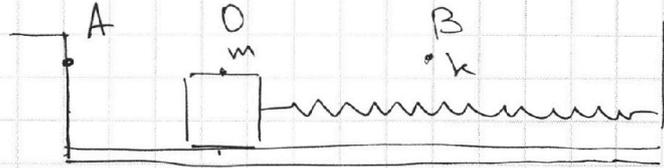
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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!

$$\Delta x_{0 \text{ MAX}} = \frac{11}{4} l_0$$

$$\Delta x_{1 \text{ MAX}} = \frac{5}{2} l_0$$



$$\frac{k_1}{k_2} = \alpha = \text{const} \quad \begin{array}{c} | \quad | \\ -l_0 \quad 0 \\ \hline x \end{array}$$

1)  $v_0$  - ?    3 ед:  $E_{n0} = E_{k0}$

$$v_0 = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\frac{11^2}{4^2} \frac{k}{2} l_0^2 = \frac{m v_0^2}{2}$$

Ответ:  $\frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$

2)  $\Delta x_{2 \text{ MAX}}$  - ?

3 ед гля  $x = -l_0$  го удара 1-й раз:

$$\frac{11^2}{4^2} \frac{k}{2} l_0^2 = \frac{k l_0^2}{2} + k_0$$

после удара:

$$E_{n1 \text{ MAX}} = \frac{k \Delta x_{1 \text{ MAX}}^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + k_1$$

$$k_0 = \frac{k}{2} l_0^2 \left( \frac{11^2}{4^2} - 1 \right)$$

$$k_1 = \frac{k}{2} l_0^2 \left( \frac{5^2}{2^2} - 1 \right) \quad \frac{25-4}{4}$$

$$\frac{k_1}{k_0} = \alpha = \text{const} = \frac{(5^2 - 2^2)}{2^2} \cdot \frac{4^2}{(11^2 - 4^2)} = \frac{4}{5}$$

121 - 16



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 3

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!

3 (2) после 2-ого удара:

$$\frac{k \Delta x_2^2}{2} = k_2 + \frac{k l_0^2}{2}$$

$$k_2 = \frac{k}{2} (\Delta x_2^2 - l_0^2)$$

$$k_1 = \frac{k}{2} l_0^2 \left( \frac{5^2}{2^2} - 1 \right) = \frac{k}{2} l_0^2 \left( \frac{25-4}{4} \right) = \frac{k}{2} \cdot 21 l_0^2$$

$$\frac{k_2}{k_1} = \alpha = \frac{4}{5} = \frac{\Delta x_2^2 - l_0^2}{\frac{21}{4} l_0^2}$$

$$21 l_0^2 = 5 \Delta x_2^2 - 5 l_0^2$$

$$5 \Delta x_2^2 = 16 l_0^2 \quad \Delta x_2 = \frac{4}{\sqrt{5}} l_0$$

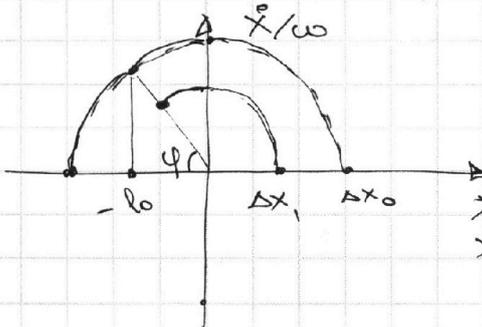
Ответ:  $\frac{4}{\sqrt{5}} l_0$

3)  $\omega$  - зависит только от  $k$  и  $m$

$$\Rightarrow \omega = \text{const} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$x = A \cos(\omega t) \quad x^2 = A^2 \cos^2(\omega t)$$

$$\dot{x} = -A \omega \sin(\omega t) \quad \dot{x}^2 = A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t)$$



$$\frac{t_0}{T} = \frac{2\pi - 2\varphi}{2\pi} =$$

$$= 1 - \frac{\varphi}{\pi}$$



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"/>					

СТРАНИЦА

3 ИЗ 3

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!

$$\varphi = \arccos \frac{p_0 \cdot 4}{11 p_0} = \arccos \frac{4}{11}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$t_0 = \frac{\pi - \arccos \frac{4}{11}}{\pi} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \sqrt{\frac{m}{k}} \left( \pi - \arccos \frac{4}{11} \right)$$

Ответ:

$$\text{Ответ: } 2 \sqrt{\frac{m}{k}} \left( \pi - \arccos \frac{4}{11} \right)$$



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 4

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

№ 2

$$\begin{aligned} \Delta) \quad C_{4-1} &= \frac{Q_{4-1}}{\Delta T_{4-1}} \quad Q_{4-1} = A_{4-1} + \Delta U \\ &= p \Delta V + \frac{\nu}{2} \nu R \Delta T = \frac{\nu + \nu}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow C_{4-1} = \\ \boxed{C_{4-1} = \frac{\nu + 2}{2} R} \end{aligned}$$

~~$$p_4 V = \nu R T_4 \quad p_1 V = \nu R T_1 \quad \frac{T_4}{T_1} = \frac{p_4}{p_1} = \frac{5}{2}$$~~

$$p V_1 = \nu R T_1 \quad p V_4 = \nu R T_4 \Rightarrow \frac{V_4}{V_1} = \frac{5}{2}$$

$$\begin{aligned} p &= \alpha_1 V_1 \quad p_2 = \alpha_1 V \\ p &= \alpha_2 V_4 \quad p_3 = \alpha_2 V \Rightarrow p_2 V_1 = p_3 V_4 = p V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{3-4} &= \frac{1}{2} (p + p_3) (V - V_4) + \frac{\nu}{2} (p_3 V - p V_4) = \\ &= \frac{1}{2} (p V - p V_4 + p_3 V - p_3 V_4) + \frac{\nu}{2} (p_3 V - p V_4) \end{aligned}$$

$$= \frac{1 + \nu}{2} (p_3 V - p V_4) = \frac{1 + \nu}{2} \nu R \Delta T_{3-4} \Rightarrow$$

$$\frac{1 + \nu}{2} = 3 \quad 1 + \nu = 6 \quad \nu = 5$$

$$C_{4-1} = \frac{4}{2} R$$

$$\boxed{1) \text{ Ответ: } \frac{4}{2} R}$$



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  
2 из 4

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!

$$a) A = \frac{1}{2} p_2 V - \frac{1}{2} p V - p V_4 + p V_1 - \frac{1}{2} p_3 V + \frac{1}{2} p_3 V_4 = \frac{1}{2} p V + \frac{1}{2} p V_4 = \frac{1}{2} p_2 V + p(V_1 - V_4) - \frac{1}{2} p_3 V$$

$$- \frac{1}{2} p V + \frac{1}{2} p V_4 \quad \text{и др}$$

$$2-3 \quad Q_{2-3} = \frac{5}{2} (p_2 V - p_3 V) = Q = \frac{5}{2} (p_2 - p_3) V$$

$$4-1 \quad Q_{4-1} = Q = \frac{1}{2} p (V_4 - V_1) + \frac{5}{2} (p(V_4 - V_1)) = \frac{3}{2} p (V_4 - V_1)$$

~~$$A = \frac{1}{2} p_2 V - \frac{1}{2} p V - p V_4 + p V_1 - \frac{1}{2} p_3 V + \frac{1}{2} p_3 V_4 - \frac{1}{2} p V + \frac{1}{2} p V_4$$~~

$$A = \frac{1}{2} p_2 V - \frac{1}{2} p V - p V_4 + p V_1 - \frac{1}{2} p_3 V + \frac{1}{2} p_3 V_4 - \frac{1}{2} p V + \frac{1}{2} p V_4 = \frac{1}{2} (p_2 - p_3) V$$

$$- \frac{1}{2} p V_4 + \frac{1}{2} p V_1 = \frac{1}{2} (p_2 - p_3) V + \frac{1}{2} p (V_1 - V_4)$$

$$\frac{1}{2} (p_2 - p_3) V = \frac{Q}{5} \quad \frac{1}{2} p (V_1 - V_4) = -\frac{Q}{4}$$

$$A = Q \left( \frac{1}{5} - \frac{1}{4} \right) = \frac{2}{35} Q$$

$$\boxed{\text{Otwet: } \frac{2}{35} Q}$$



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"/>				

СТРАНИЦА

3 ИЗ 4

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!

52

$$Q_{3-4}: \frac{6}{3} (p_3 V - p_4 V)$$

$$A_{1-2}: \frac{1}{2} (p + p_2) (V - V_1) = \frac{1}{2} p V - \frac{1}{2} p V_1 + \frac{1}{2} p_2 V - \frac{1}{2} p_2 V_1 = \frac{1}{2} (p_2 V - p V_1)$$

~~$$Q_{1-2} + Q_{3-4} = Q$$~~

$$Q_{1-2} = \frac{1}{2} (p_2 V - p V_1) + \frac{4}{2} (p_2 V - p V_1) = \frac{3}{2} p_2 V - \frac{1}{2} p V_1 = 4 (p_2 V - p V_1)$$

~~$$Q_{1-2} + Q_{3-4} = Q$$~~

$$Q_{3-4} < 0$$

$$Q_{1-2} - Q_{3-4} = 3(p_3 V - p_4 V) + 4(p V_1 - p_2 V)$$

$$\# \quad p \frac{V_4}{V_1} = \frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}$$

$$p_3 V = 2R T_3$$

$$\frac{p_2}{V} = \frac{p}{V_1} \quad \frac{p_3}{V} = \frac{p}{V_4}$$

$$p_2 V = 2R T_2$$

$$\left| \frac{p_2}{p_3} = \frac{V_4}{V_1} = \frac{5}{2} \right|$$

$$Q = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{2} p_2 V = \frac{15}{4} p_2 V \quad \Leftrightarrow p_2 V = \frac{4}{15} Q$$

$$Q = \frac{4}{2} \cdot \frac{3}{2} p V_4 \Rightarrow p V_4 = \frac{4}{21} Q$$



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"/>				

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

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!

52

(7)

$$Q_{1-2} = Q_+ = 4 \left( \frac{4}{15} - \frac{8}{105} \right) Q = \frac{80}{105} Q = \frac{16}{35} Q$$

$$pV_4 = \frac{4}{21} Q \quad pV_1 = \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{21} Q = \frac{8}{105} Q$$

$$p_2 V = \frac{4}{15} Q$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{2 \cdot 35}{35 \cdot 16} = \frac{1}{8} = 0,125 =$$

Ответ:  $\eta = 12,5\%$



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!

N 3

$$V_0 = E_{AB}(d-x) + \frac{E_{AB}}{\epsilon} x = E_{AB}(d+x(\frac{1}{\epsilon}-1))$$

$$\cancel{E_{AB}} E_{AB}(0,12\text{ м}) = 2 \frac{\kappa B}{\text{м}}$$

$$1) V_0 = 2 \frac{\kappa B}{\text{м}} \cdot 12\text{ м} = 2 \frac{B}{\text{м}} \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 24 B$$

Ответ: 24 B

$$2) \quad E_{AB}(8\text{ см}) = 4 \frac{\kappa B}{\text{м}}$$

$$V_0 = 24 B = 4 \frac{\kappa B}{\text{м}} (12\text{ см} + 8(\frac{1}{\epsilon}-1)\text{ см})$$

$$6 = 12 + 8(\frac{1}{\epsilon}-1)$$

$$\frac{1}{\epsilon} - 1 = -\frac{6}{8}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = 1 - \frac{6}{8} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \Rightarrow \boxed{\epsilon = 4}$$

Ответ: 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

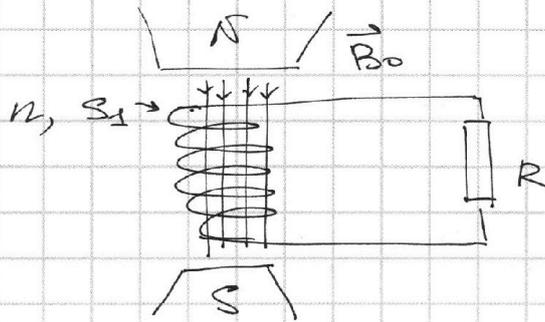
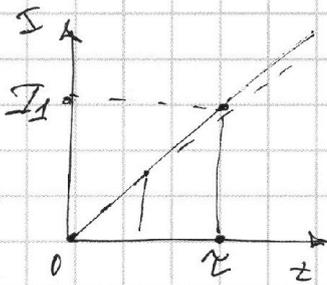
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

№4

$$\vec{v} \rightarrow B_0 \rightarrow 0$$

$$I(t) = at$$



1)  $I'(t/3) = ?$

2)  $q_R = ? (0 \rightarrow t(I=0))$

3)  $L = ?$

Закон электромагнитной индукции:

$$-\frac{d\Phi}{dt} + L \frac{dI}{dt} + IR = 0$$

$$L \frac{dI}{dt} = IR$$

$$\Phi = B \cdot S_{\perp} \cdot n$$

$$\dot{\Phi} = \frac{dB}{dt} S_{\perp} n$$

1) т.к. ток возрастает линейно по условию задачи,

$$I'(t/3) = I'(\tau) = \frac{I_1}{\tau}$$

1) Ответ:  $I_1/\tau$

2)  $\dot{\Phi} = -L \frac{dI}{dt} + IR$

$$dB S_{\perp} n = -L dI + d q R$$

$$\int dB S_{\perp} n = - \int L dI + \int d q R$$

т.к. мы идем от  $t=0$  до  $t$ , где  $I=0$ ,

$$\int dI = 0 \quad \int dI = (I_{кон} - I_{нач}) = (0 - 0)$$

$$S_{\perp} n \int dB = q R \quad \left[ q = \frac{S_{\perp} n B_0}{R} \right]$$



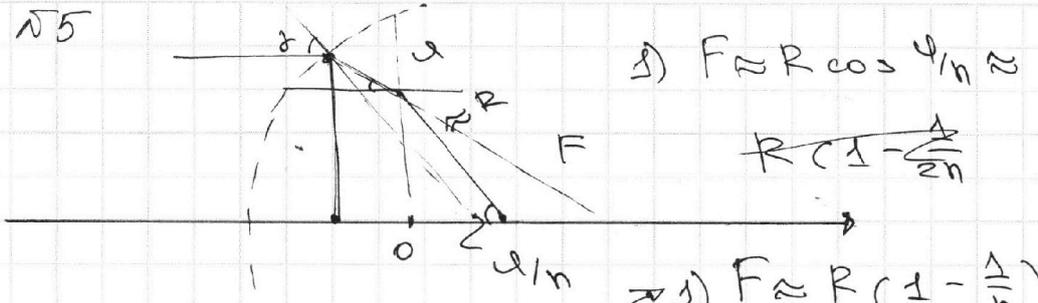
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N5



1)  $F \approx R \cos \alpha/n \approx R(1 - \frac{1}{2n})$   
 2)  $F \approx R(1 - \frac{1}{n})$   
 Ответ

$n = 1,4 = \frac{14}{10} = \frac{7}{5}$   
 $F = 6 \text{ см}$

$R = \alpha V + R_0$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$6 \text{ см} = R_0(1 - \frac{5}{7}) = \frac{2}{7} R_0 \Rightarrow$

~~2)  $R_0 = 21 \text{ см}$~~   
 Ответ

$\alpha_1 a_1^2 = \alpha_2 a_2^2$



$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2}$

$\frac{1}{1} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = \frac{18^2}{12^2} = \frac{9}{4}$

3) Ответ:  $9/4$

2)  $\begin{cases} \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1}{\alpha + R_0} & \frac{3}{12} = \frac{1}{\alpha + R_0} & \alpha = 4 - R_0 \\ \frac{1}{18} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2\alpha + R_0} & \frac{4}{18} = \frac{1}{2\alpha + R_0} & R_0 = 8 - \frac{9}{2} = \end{cases}$

2) Ответ  $3,5 \text{ см}$

$\boxed{= 3,5 \text{ см}}$



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

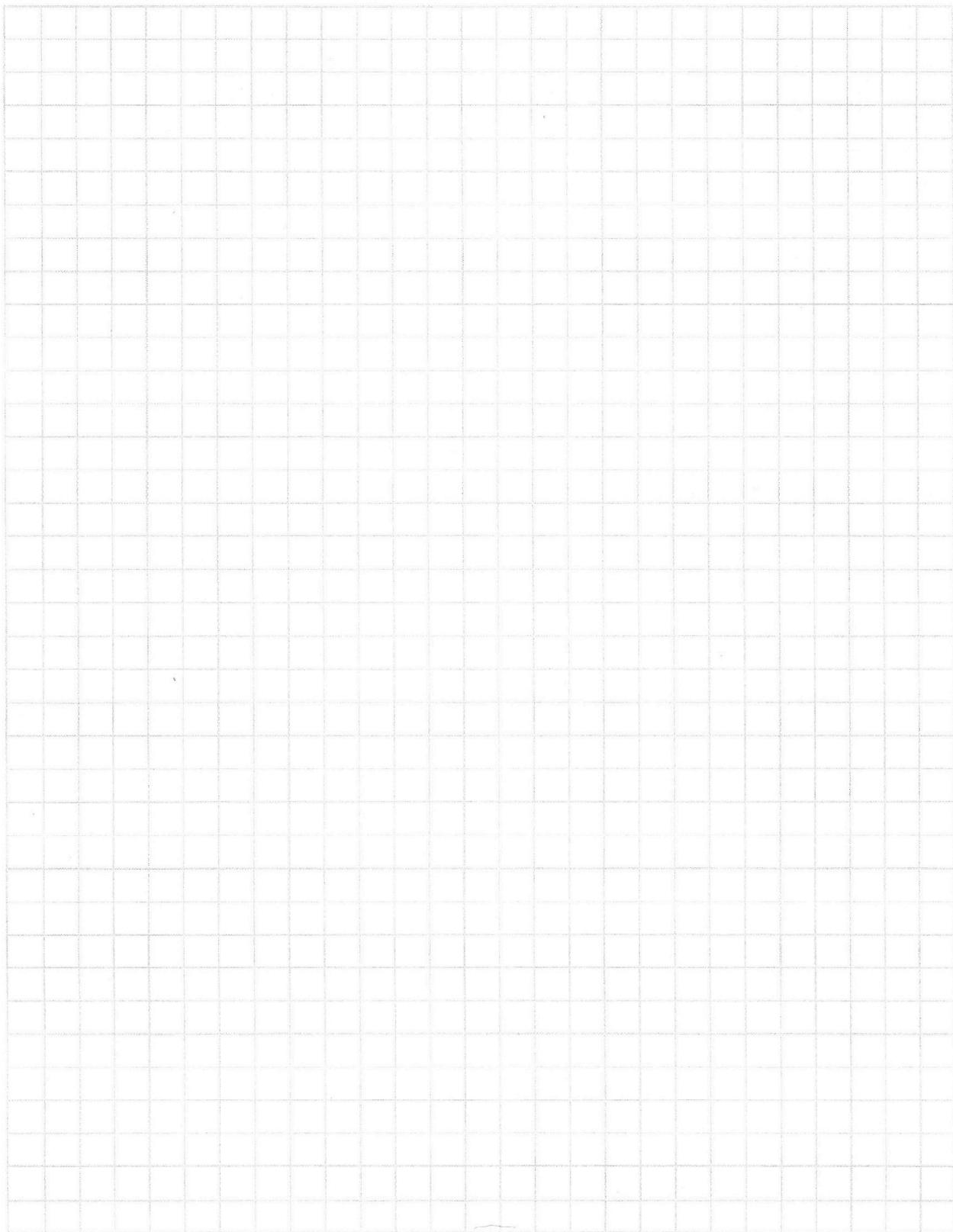
5

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!



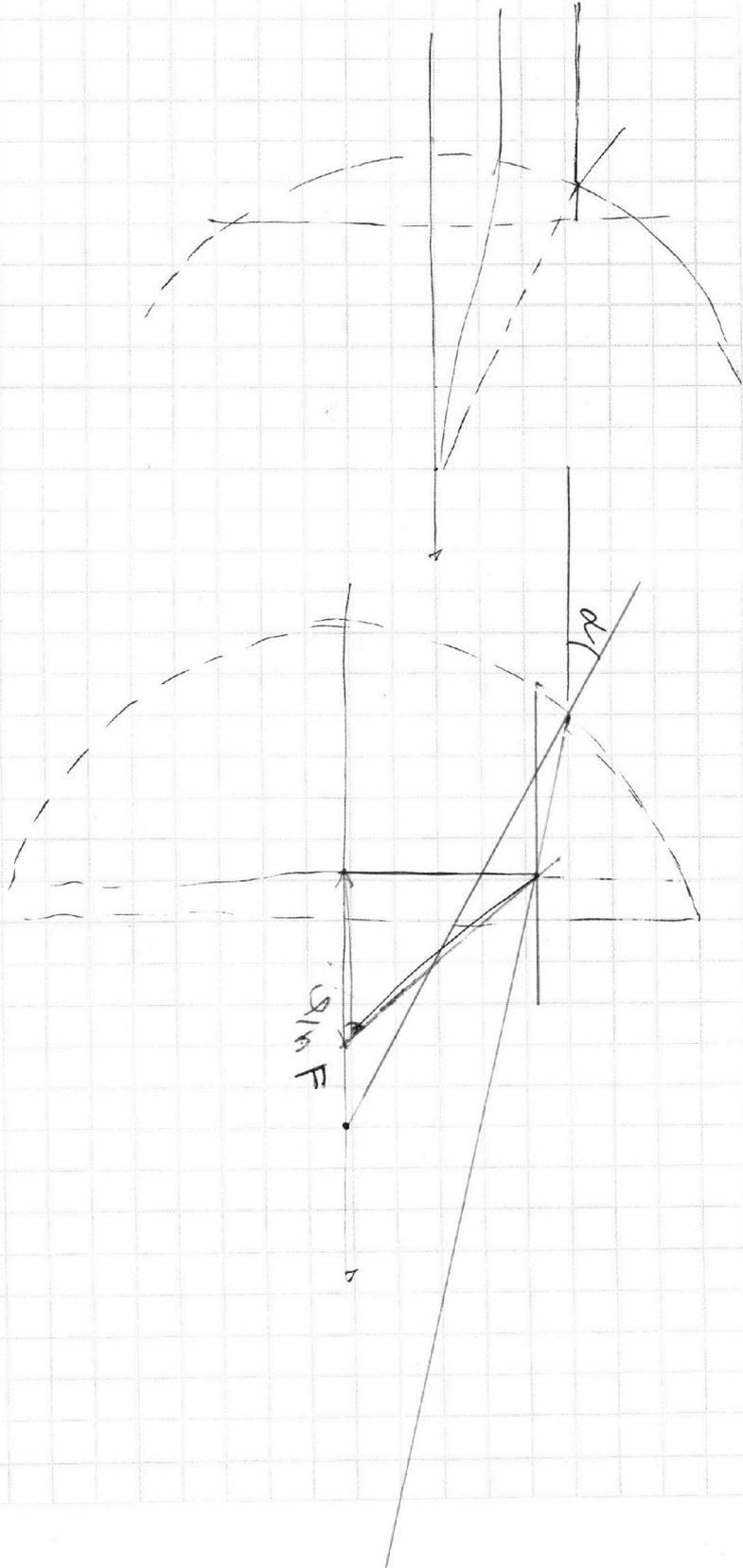


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 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!



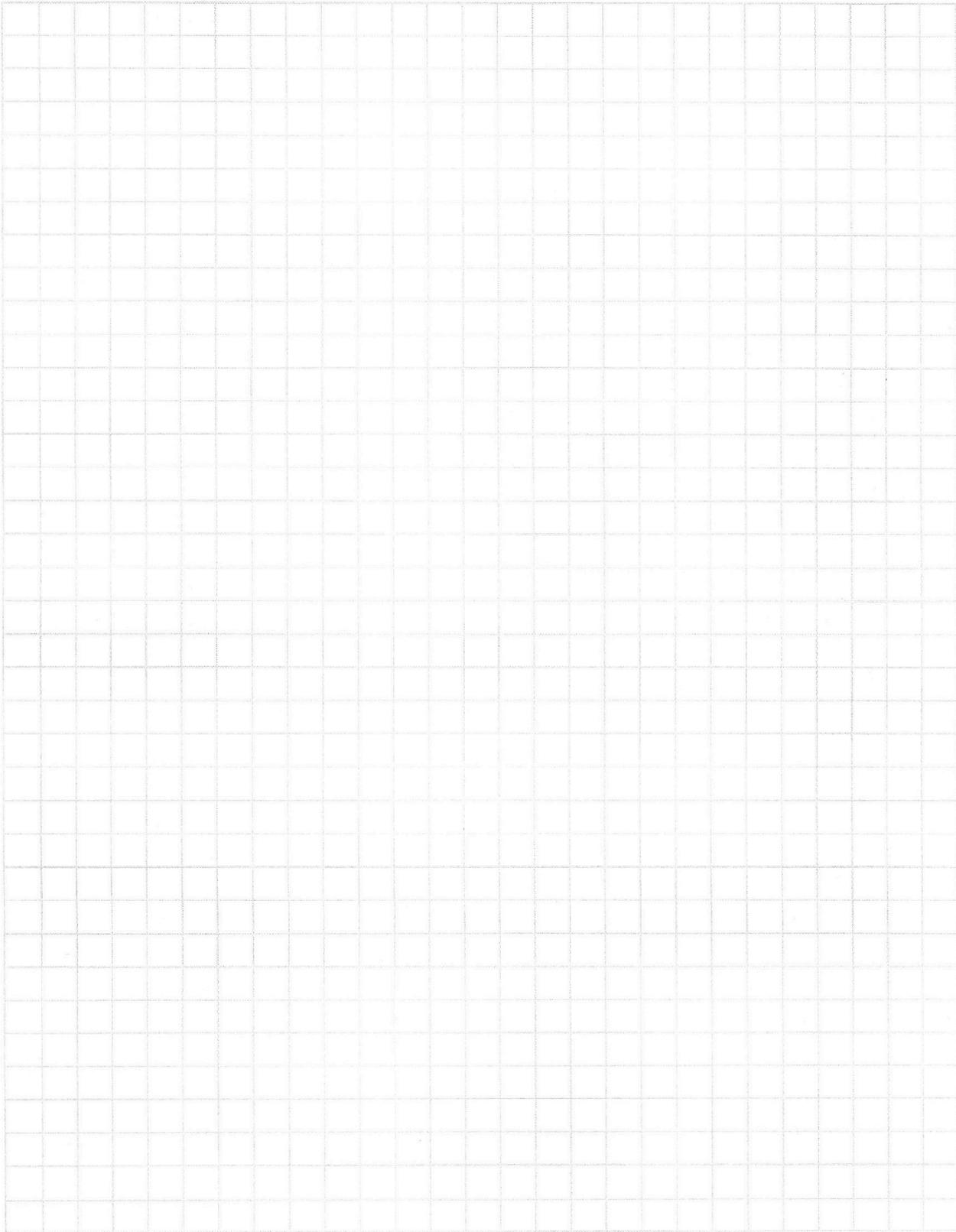


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

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!



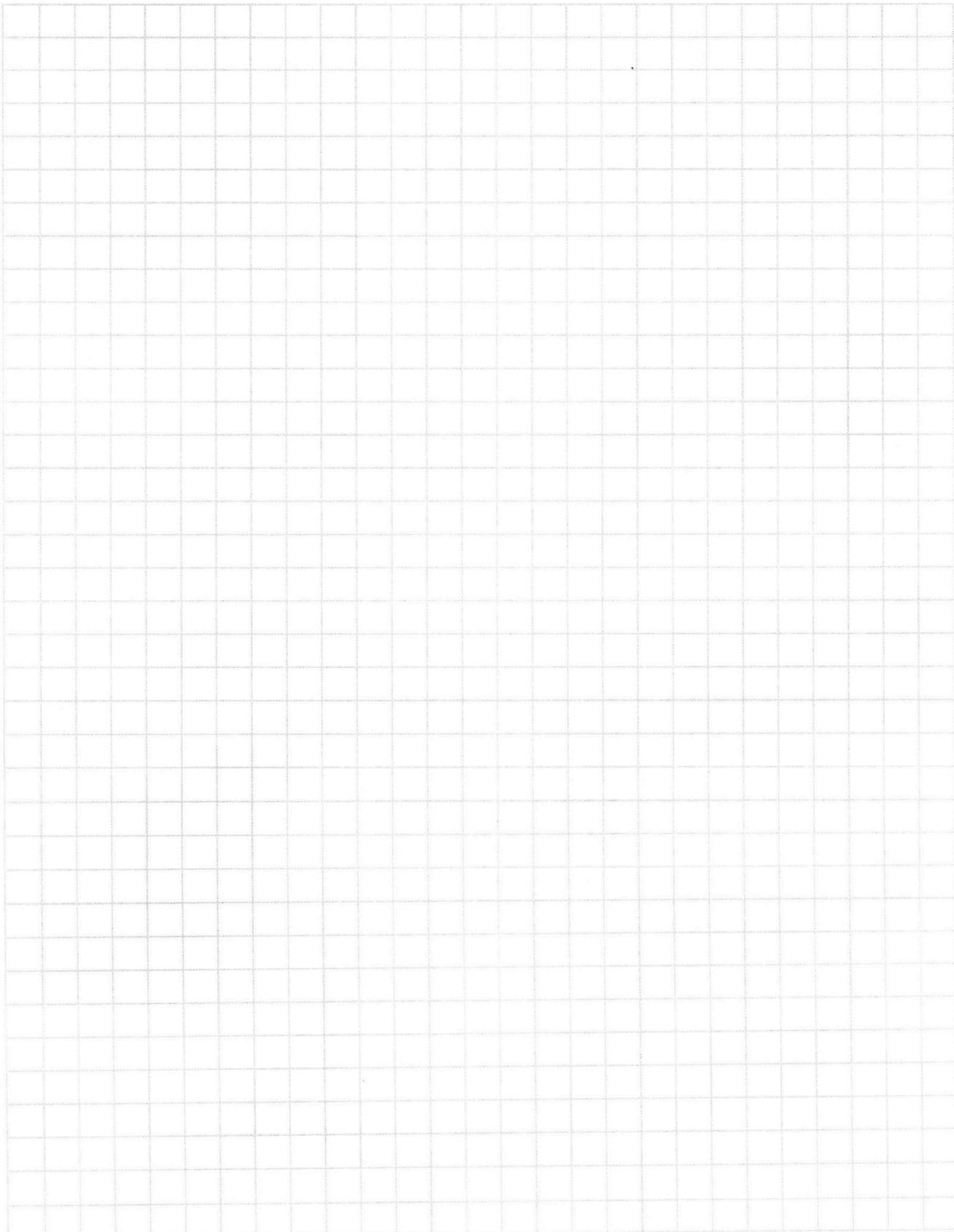


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

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!



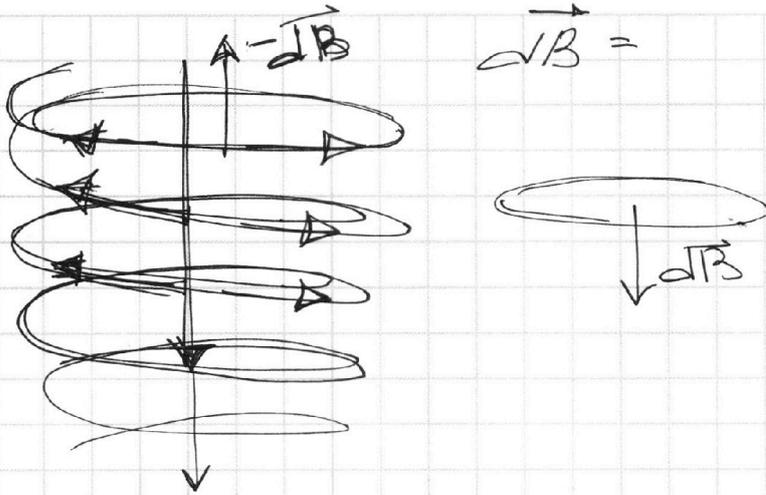


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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!



$$\frac{d\vec{B}}{dt} S_{\Delta} n = I_1 R - \frac{dI_1}{dt} L$$

$$I_{\Delta} h = B_0 S_{\Delta} n - \frac{1}{2} I_{\Delta} \tau R$$

$$h = \frac{B_0}{I_{\Delta}} S_{\Delta} n - \frac{1}{2} \tau R$$



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

~~$$\frac{1}{2} p_2 V - \frac{1}{2} p V - (V_4 - V_1) p - \frac{1}{2} (p_3 + p)(V - V_4)$$~~

~~$$\frac{1}{2} p_2 V - \frac{1}{2} p V_1 - p(V_4 - V_1) - \frac{1}{2} (p_3 + p_1)(V - V_4)$$~~

~~$$Q_3$$~~

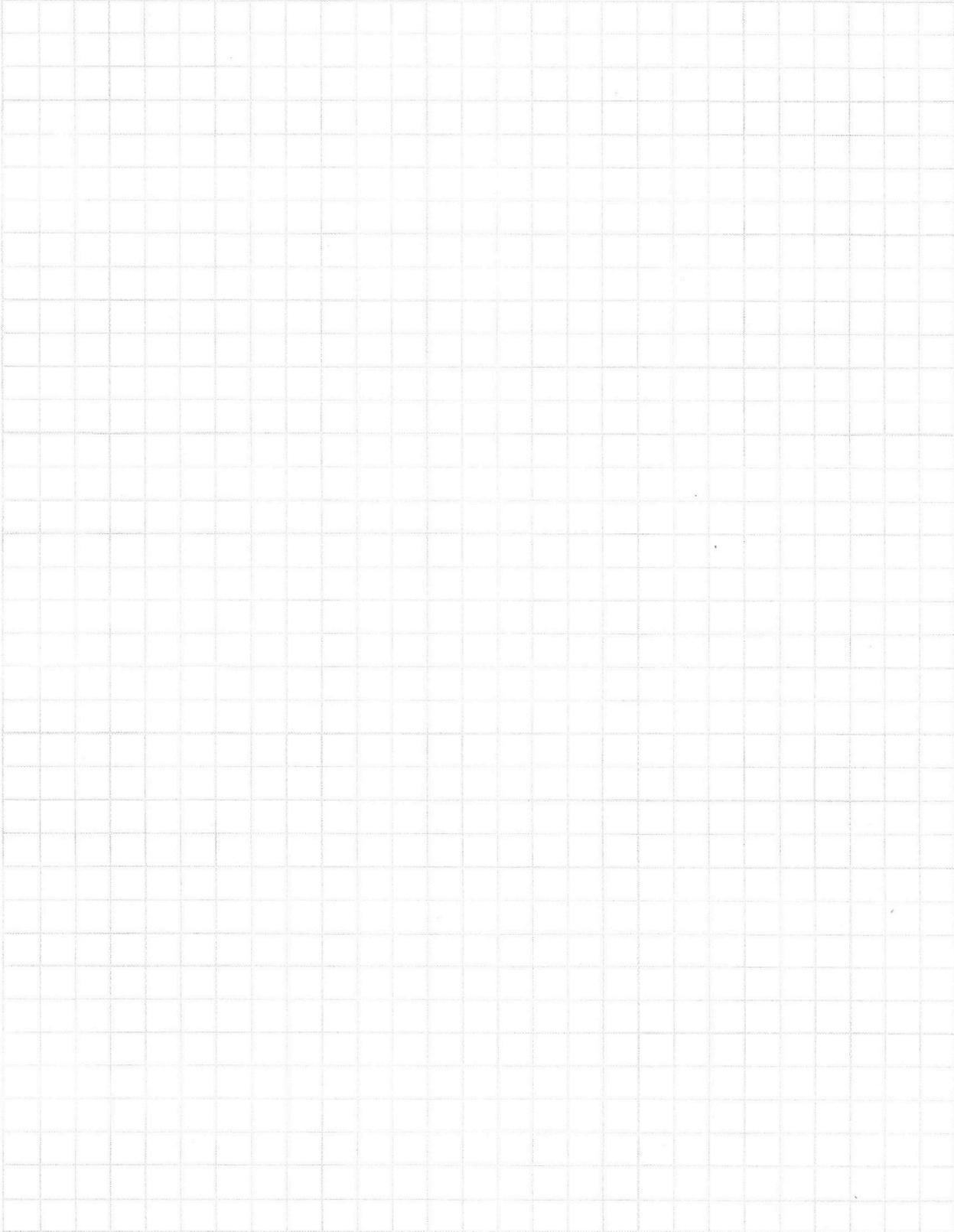


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
<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!

52

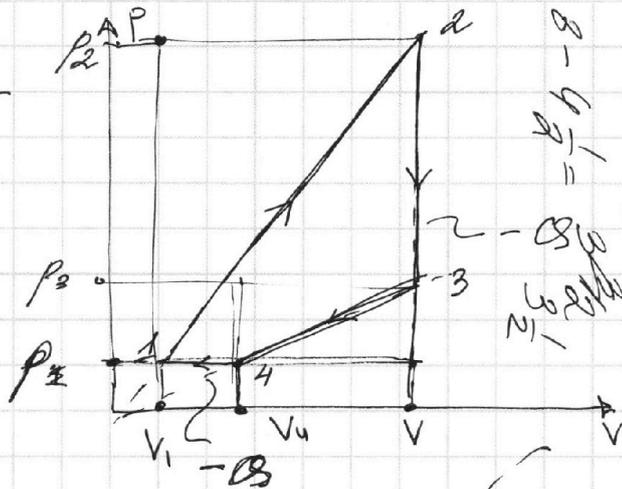
$$C = 3R$$

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}$$

1)  $C_{4-1}$  - ?

2)  $A$  - ?

3)  $\eta$  - ?



$$p_0 = p - \frac{p}{2} = \frac{p}{2}$$

$$p - \frac{p}{2} = \frac{p}{2}$$

$$3d + 3p_0 = 12 \quad d = 4 - p_0$$

$$3d + 4p_0 = 18$$

$$\frac{3}{2}d = 8 - 2p_0 + p_0$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23}$$

$$A_{41} = \Delta U_{23}$$

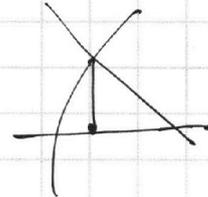
$$C_{4-1} = \frac{Q}{T_4 - T_1}$$

$$Q_{41} = A_{41}$$

~~$$p_1 = d_1 V_1 \quad p_2 = d_1 V_2 \quad p_3 = d_2 V_3 \quad p_4 = d_2 V_4$$~~

~~$$p_1 = d_1 V_1$$~~ 
$$p = d_1 V_1 \quad p_2 = d_1 V_2$$

$$p_3 = d_2 V_3 \quad p_4 = d_2 V_4$$



~~$$Q_{3-4} = A_{34} + \Delta U_{34} = \frac{1}{2} (p_1 + p_3) (V_1 - V_4)$$~~

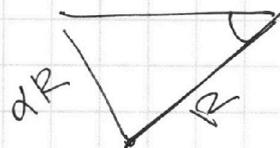
$$Q_{3-4} = \frac{1}{2} (p + p_3) (V - V_4) + \frac{e}{2} R (T_3 - T_4)$$

$$d_1 = \frac{p}{V_1} = \frac{p_2}{V}$$

$$\frac{e}{2} R (p_3 V - p V_4)$$

~~$$p_2 = p$$~~ 
$$p_2 V_1 = p V \quad d_2 = \frac{p_3}{V} = \frac{p}{V_4}$$

~~$$d_2 = \frac{p_3}{V}$$~~ 
$$p_2 V_1 = p_3 V_4 = p V \quad p_3 V_4 = p V$$





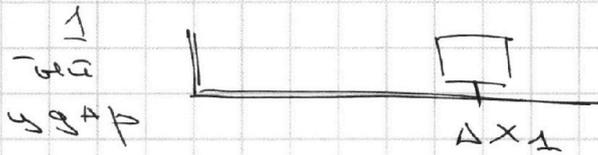
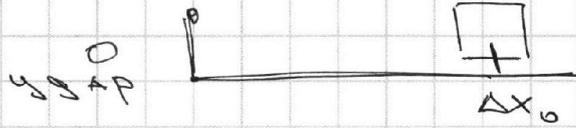
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!

$E_n$   
полн



$$A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t) + \frac{k}{m} A^2 \cos^2(\omega t) = \text{const}$$

$$(\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t)) \cdot \frac{2}{A^2 \omega^2} = A^2 \omega^2$$

$$E_n^2 + E_k^2 = \text{const} =$$

$$A_0 = \frac{11}{4} l_0 \quad \text{сум } t=0:$$

$$A_1 = \frac{5}{2} l_0$$

~~$E_k + E_n$~~   $E_k + E_n$

$$\frac{m}{2} (-A\omega \sin \omega t)^2 + \frac{k}{2} (A \cos \omega t)^2 = \frac{1}{2} \frac{1}{m} A^2 \omega^2$$

$$= \sqrt{\frac{A^2 \omega^2}{2m}} = K^2 + \Pi^2$$

$$K_0^2 + \Pi^2 = \frac{A_0^2 \omega^2}{2m}$$

$$K_1^2 \frac{16}{25} K_1^2 + \Pi^2 = \frac{A_1^2 \omega^2}{2m}$$



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 checked="" 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!

$$\frac{Q_{3-4}}{T_4 - T_3} = \frac{Q_1}{T_1 - T_2}$$

$$Q = 3R(T_4 - T_1) \cdot 2$$

$$T_4 = \frac{5}{2} T_1 \Rightarrow T_4 - T_1 = \frac{3}{2} T_1$$

$$Q = \frac{9}{2} R T_1 \Rightarrow R T_1 = \frac{2}{9} Q = pV_1$$

$$Q_{3-4} = 3R(T_4 - T_3)$$

$$\frac{Q_{3-4}}{A} = 1$$

$$A = 1$$

$$Q_{3-4} = \frac{(p_1 + p_3)}{2} (V - V_4) + \frac{1}{2} \frac{e}{R} (p_3 V - p V_4)$$

$$\frac{1}{2} (pV - pV_4) + p_3 V - p_3 V_4 + \frac{1}{2} p_3 V - pV_4$$

$$\frac{1}{2} (p_3 V (1 - e) - pV_4 (1 - e))$$

$$\frac{1 - e}{2} (p_3 V - pV_4)$$

$$p_3 V - pV_4$$



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

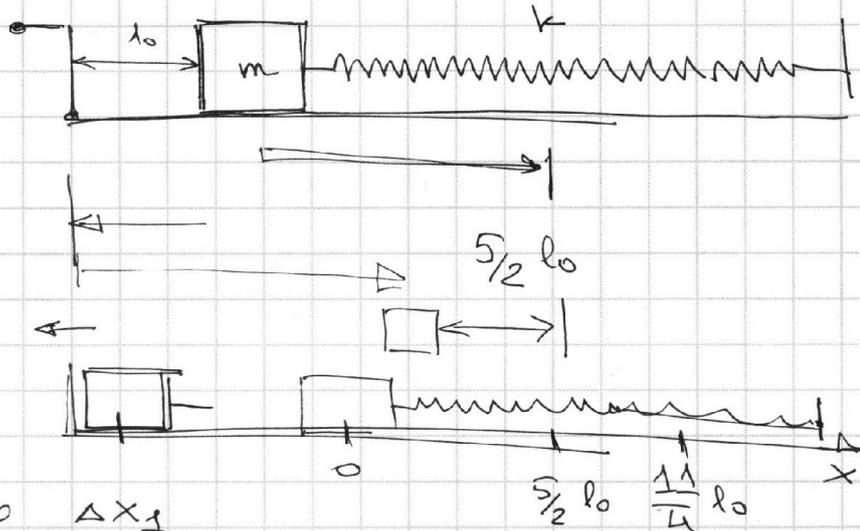
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

№1

$$\frac{11}{4} l_0 = 2 \frac{3}{4} l_0$$

$$\frac{k_{\text{посл}}}{k_{\text{до}}} = d$$



- 1)  $v_0(1)$
- 2)  $E, \Delta X_{\text{MAX}}$  и -?
- 3)  $E$  or  $\text{отн } g_0$   $\Delta X_1$ .

$$1) E_n = E_k$$

$$k \frac{11^2}{4^2 \cdot 2} l_0^2 = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$v_0^2 = \frac{k}{m} \frac{11^2}{4^2} l_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{k}{m} \frac{11^2}{4} l_0}$$

$$2) E_1 = \frac{11^2}{4^2} l_0^2 \frac{k}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + K_1$$

$$E_{1'} = \frac{k l_0^2}{2} + K_2 \quad 121 - 16 = 105$$

$$K_1 = \frac{k l_0^2}{2} \left( \frac{11^2}{4^2} - 4^2 \right) = \frac{105}{4^2 \cdot 2} \frac{k l_0^2}{2}$$

$$\frac{k l_0^2}{2} + K_2 = \frac{5^2}{2^2} \cdot \frac{1}{2} k l_0^2$$

$$K_2 = \frac{k l_0^2}{2} \left( \frac{5^2}{2^2} - 2^2 \right) = \frac{(25-4)}{4} \frac{k l_0^2}{2} = \frac{21}{8} k l_0^2$$

$$\frac{K_2}{K_1} = d = \text{const} = \frac{21}{8} \cdot \frac{4^2 \cdot 2}{105} = \frac{21 \cdot 4}{105} = \frac{4 \cdot 4}{35} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{105}{9} \cdot \frac{3}{35}$$

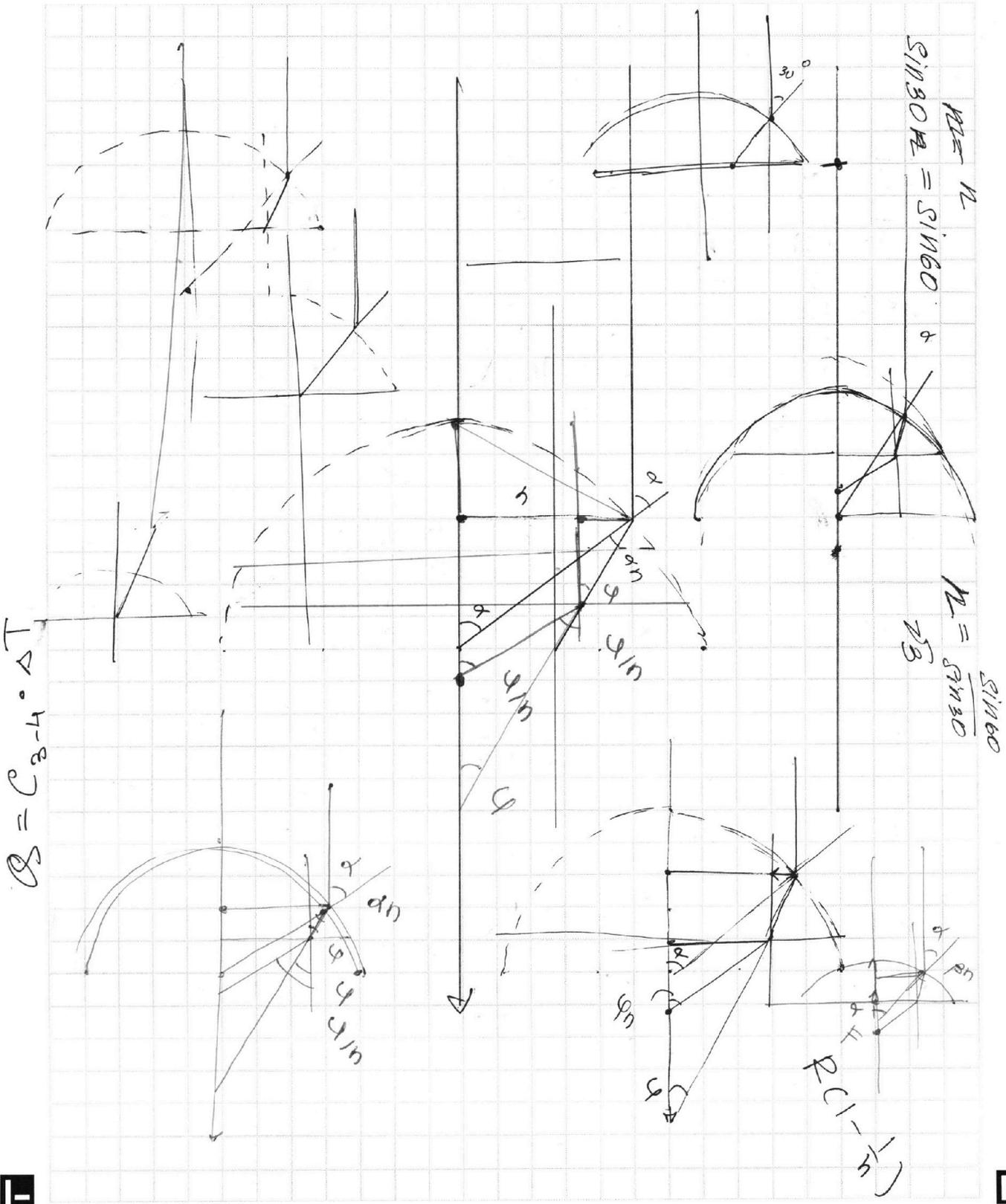


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$$Q_{q1} = \rho c (T_4 - T_1)$$

$$\rho c (V_4 - V_1)$$

$$\rho V_1 = \rho R T_1$$

$$Q_{q1} = \rho c (T_4 - T_1) = \frac{5}{2} \rho R (T_4 - T_1)$$

$$T_4 - T_1 = \frac{5}{2} T_1 - T_1 = \frac{3}{2} T_1$$

$$d\rho V = d\rho R T$$

$$\rho \Delta V = \rho R \Delta T$$

$$\rho \Delta V = \frac{Q}{\Delta T} = \rho R = R$$

$C_V = \text{const}$

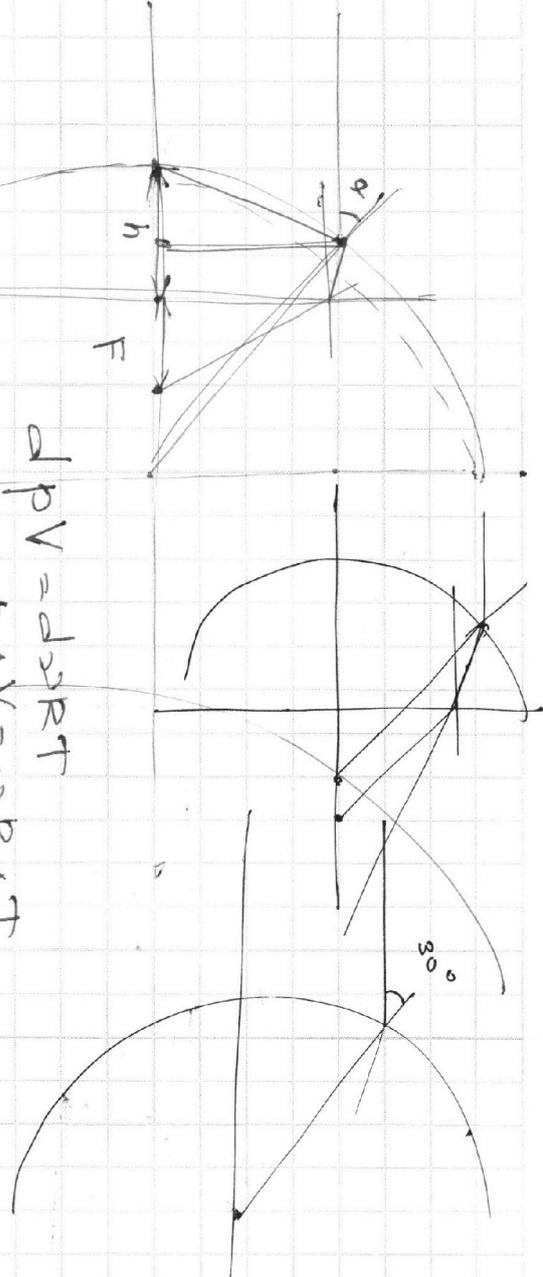
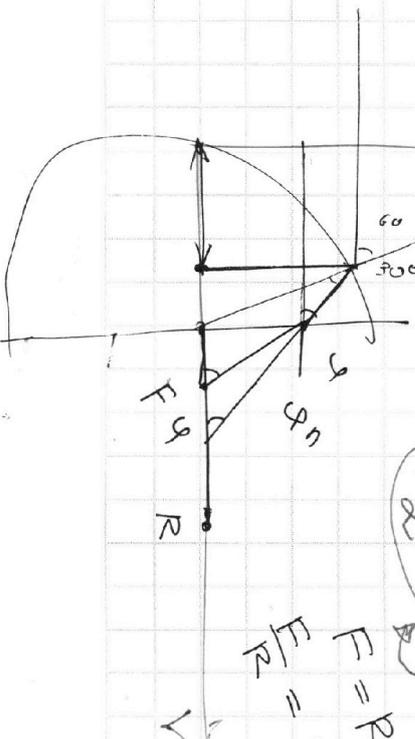
$$\rho = A + \frac{1}{2} \rho R \Delta T$$

$$\rho = \frac{5}{2} R$$

$$\rho = 3$$

$$F = R (C_V - 1) M$$

$$F/R = 1 - 1/M$$



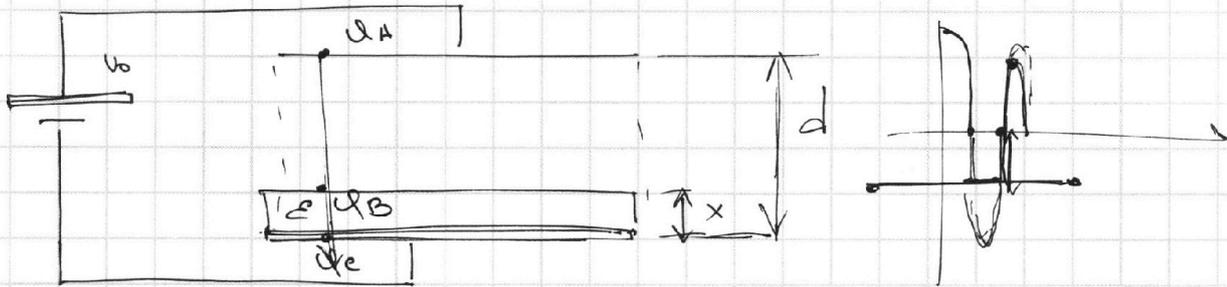


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ 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!



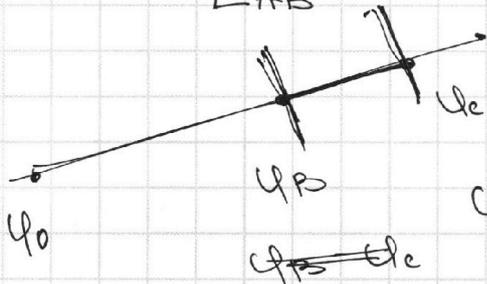
1)  $U_0 = ?$

~~$U_0 = \int E dx + \dots$~~

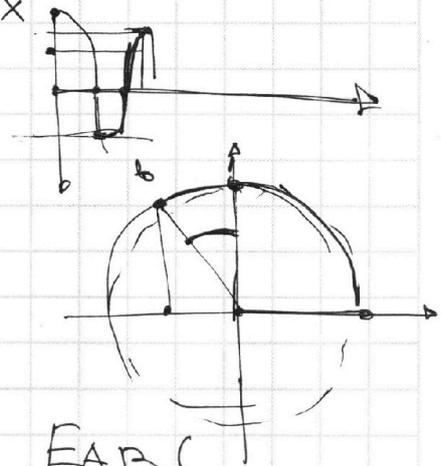
$\omega - \cos \pi u$

~~$\varphi_B = \frac{kq}{x_B}$~~   $\varphi_B = \frac{kq}{x_B}$   $\varphi_C = \frac{kq}{\epsilon(x_B+x)}$

~~$U_0 = (\varphi_A - \varphi_B)(d-x) + (\varphi_B - \varphi_C)x$~~

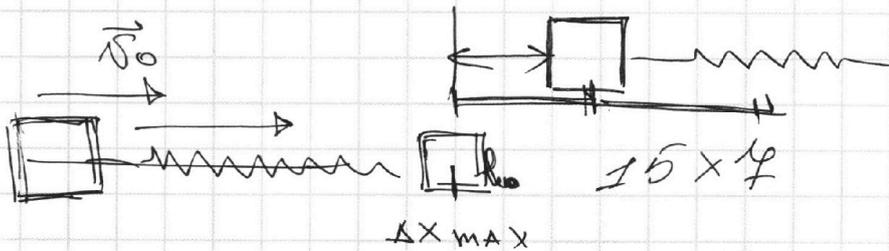


$\varphi_B = \frac{kq}{x_B}$   
 $\varphi_C = \frac{kq}{\epsilon(x_B+x)}$



~~$\varphi_C - \varphi_B$~~

$U_0 = E_{AB}(d-x) + \frac{E_{AB}}{\epsilon}x = E_{AB}(d-x + \frac{x}{\epsilon}) = \boxed{E_{AB}(d + x(\frac{1}{\epsilon} - 1))}$



$\Delta x_{max}$

28



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!

2) ЗЦЗ ~~гид~~ посыле 1-ого угла:

$$\frac{k \Delta x_1^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + K_2 \quad K_2 = \frac{k}{2} (\Delta x_1^2 - l_0^2)$$

ЗЦЗ посыле 2-ого:

$$\frac{k l_0^2}{2} + K_3 = \frac{k \Delta x_2^2}{2} \quad K_3 = \frac{k}{2} (\Delta x_2^2 - l_0^2)$$

$$\frac{K_3}{K_2} = \frac{4}{5} = \frac{\Delta x_2^2 - l_0^2}{\Delta x_1^2 - l_0^2}$$

$$5 \Delta x_2^2 - 5 l_0^2 = 4 \cdot \frac{5^2}{2^2} l_0^2 - 4 l_0^2 =$$

$$(25 - 4) l_0^2 = 21 l_0^2$$

$$5 \Delta x_2^2 = 26 l_0^2 \quad \Delta x_2^2 = \frac{26}{5} l_0^2 \quad \Delta x_2 = \sqrt{\frac{26}{5}} l_0$$



$$\frac{m \dot{x}^2}{2} = \frac{k x^2}{2}$$

$$\frac{m \dot{x}^2}{2} + \frac{k x^2}{2} = \text{const}$$

$$\dot{x}^2 =$$

$$m \dot{x}^2 + k x^2 = \text{const}$$

$$m \cdot (A \omega \sin(\omega t))^2 + k (A \cos(\omega t))^2$$

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

$$25 - 4$$

$$21$$

$$\frac{21 \cdot 4}{105}$$

$$21 - 16 = 105$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ 105 \overline{) 35} \\ \underline{- 21} \phantom{0} \\ 14 \phantom{0} \\ \underline{- 10} \phantom{0} \\ 40 \\ \underline{- 35} \\ 5 \end{array}$$

$$\frac{21}{7} = 3$$