



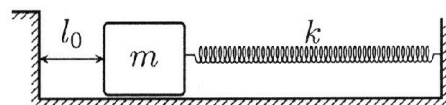
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



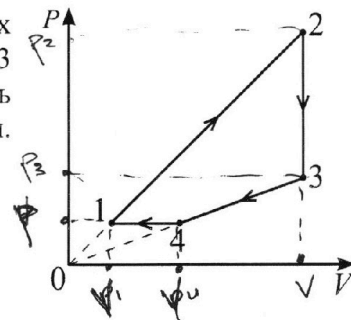
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. 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?

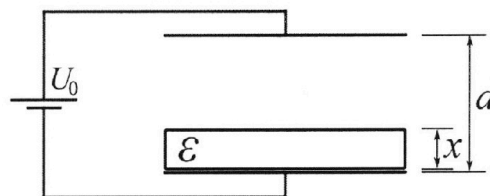
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

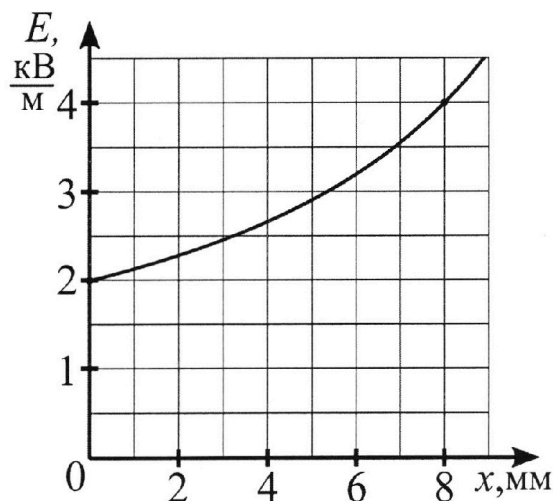


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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 ϵ диэлектрика.





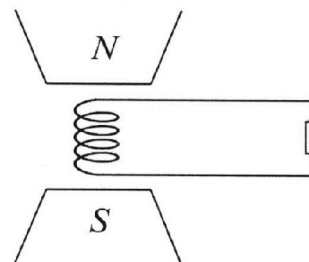
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



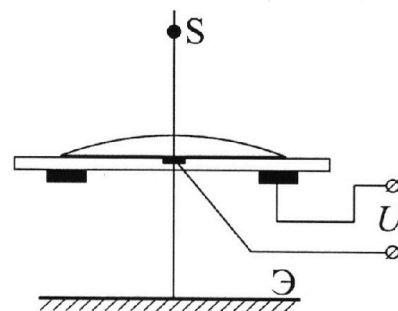
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . 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 ☐

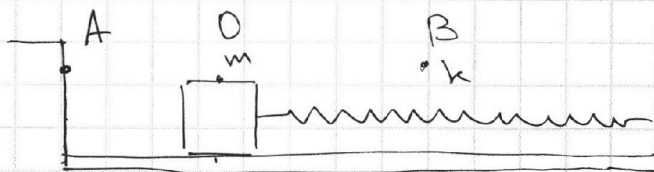
СТРАНИЦА

1 ИЗ 3

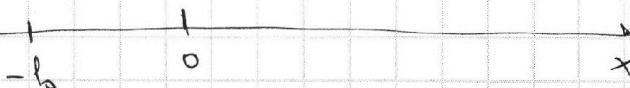
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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



$$\frac{k_1}{k_2} = \alpha = \text{const}$$



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) $\Delta x_{2 \max}$ - ?

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:

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

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

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

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

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) после 2-ого удара:

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

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

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

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

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

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

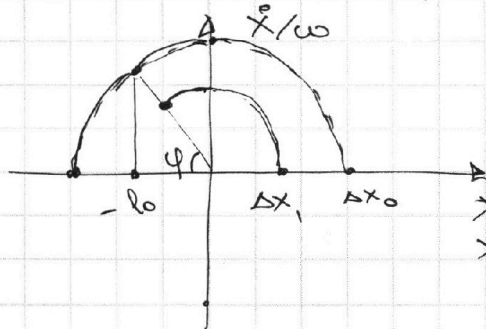
Ответ: $\frac{4}{\sqrt{5}} l_0$

3) ω - 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$\varphi = \arccos \frac{l_0 \cdot 4}{11 l_0} = \arccos \frac{4}{11}$$

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

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

Ответ:

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



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

$$\Delta) C_{4-1} = \frac{Q_{4-1}}{\Delta T_{4-1}} \quad Q_{4-1} = A_{4-1} + \Delta U$$

$$= p \Delta V + \frac{\dot{\epsilon}}{2} 2R \Delta T = \frac{\dot{\epsilon} + \dot{\epsilon}}{2} 2R \Delta T \Rightarrow C_{4-1} =$$

$$\boxed{C_{4-1} = \frac{\dot{\epsilon} + 2}{2} R}$$

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

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

$$p = \alpha_1 V_1 \quad p_2 = \alpha_1 V \Rightarrow p_2 V_1 = p_3 V_4 = p V$$

$$p = \alpha_2 V_4 \quad p_3 = \alpha_2 V$$

$$Q_{3-4} = \frac{1}{2} (p + p_3) (V - V_4) + \frac{\dot{\epsilon}}{2} (p_3 V - p V_4) =$$

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$p_3 V = 2 R T_3$$

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

$$p_2 V = 2 R T_2$$

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

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

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



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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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)

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

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

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

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

$$\underline{\underline{\eta = 12,5\%}}$$



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

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

$$\cancel{E_{AB}} \quad E_{AB}(0,1 \text{ м}) = 2 \frac{\kappa B}{\text{м}}$$

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

$$\boxed{\text{Ответ}_1: 24 B}$$

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

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

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

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

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

$$\boxed{\text{Ответ: 4}}$$



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!

54

$$2) \text{ Given: } \mathcal{E} = \frac{S_1 n B_0}{R}$$

$$+ \frac{dB}{dt} S_1 n + L \frac{dI}{dt} - IR = 0$$

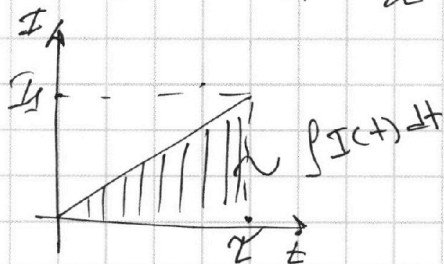
момент, когда $B=0$, $t=\tau$, $I=I_1$: $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{\tau}$

$$+ \frac{dB}{dt} S_1 n + L \frac{I_1}{\tau} - I_1 R = 0$$

$B=0$ $I=I_1$

$$\int_{B=B_0}^0 \frac{dB}{dt} S_1 n + \int_{I=0}^{I_1} L dI - \int_0^{\tau} I(t) dt R = 0$$

$$+ B_0 S_1 n + L I_1 - \frac{1}{2} I_1 \tau R = 0$$



$$L I_1 = \frac{1}{2} I_1 \tau R$$

$$B_0 S_1 n = \frac{1}{2} I_1 \tau R - L I_1$$

$$L I_1 = \frac{1}{2} I_1 \tau R - B_0 S_1 n$$

$$L = \frac{1}{2} \tau R - \frac{B_0}{I_1} S_1 n$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \frac{1}{2} \tau R - \frac{B_0}{I_1} S_1 n}$$



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

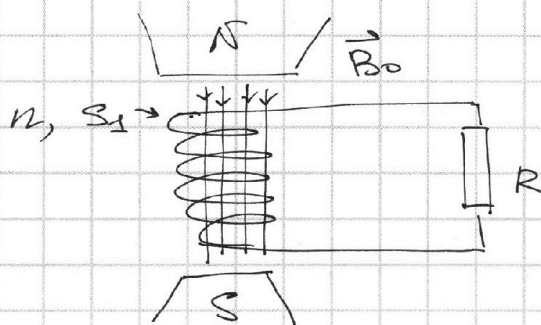
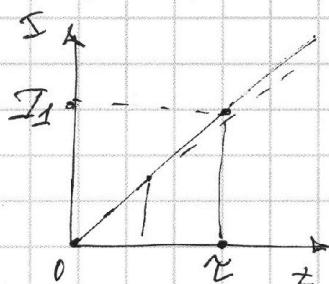
1 ИЗ 2

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!

54

$$\vec{B}_0 \rightarrow 0$$

$$I(t) = \alpha t$$



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

$$2) \mathcal{E}_R - ? (0 \rightarrow t(I=0))$$

$$3) L - ?$$

Закон электромагнитной индукции:

$$-L \frac{dI}{dt} + \mathcal{E} + L \frac{dI}{dt} = IR = 0$$

$$\mathcal{E} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi = B \cdot S_1 \cdot n$$

$$\dot{\Phi} = \frac{dB}{dt} S_1 n$$

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

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

2) Ответ: I_1/t

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

$$dB S_1 n = L dI + \mathcal{E} R$$

$$\int dB S_1 n = \int L dI + \int \mathcal{E} R$$

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

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

$$S_1 n \int dB = \mathcal{E} R \quad \left| \mathcal{E} = \frac{S_1 n B_0}{R} \right|$$



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.

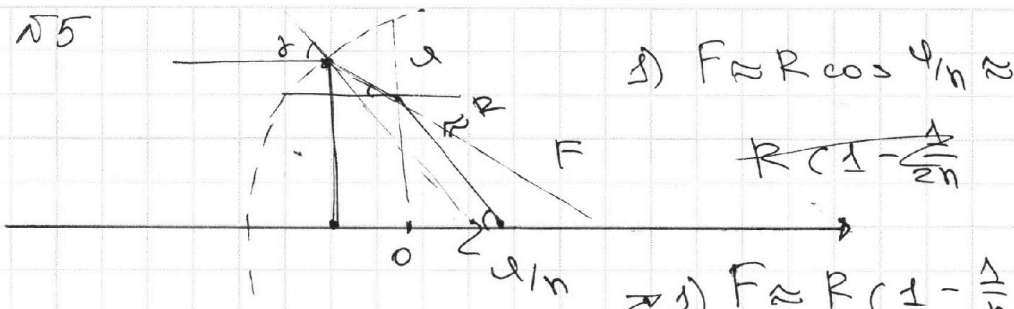
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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



$$1) F \approx R \cos \varphi/n \approx$$

$$R(1 - \frac{1}{2n})$$

$$2) F \approx R(1 - \frac{1}{n})$$

Ответ

$$n = 1, 4 = \frac{14}{10} = \frac{7}{5}$$

$$F = 6 \text{ см}$$

$$R = \alpha V + R_0$$

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = \frac{1}{F}$$

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

$$2) R_0 = 21 \text{ см}$$

Ответ

$$\varphi_1 a_1^2 = \varphi_2 a_2^2$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2}$$

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{12} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = \frac{18^2}{12^2} = \frac{9}{4}$$

$$3) \text{ Ответ: } 9/4$$

$$\begin{cases} \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1}{\alpha + R_0} \\ \frac{1}{18} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2\alpha + R_0} \end{cases}$$

$$\frac{3}{12} = \frac{1}{\alpha + R_0}$$

$$\alpha = 4 - R_0$$

$$\frac{4}{18} = \frac{1}{2\alpha + R_0}$$

$$R_0 = 8 - \frac{9}{2} =$$

$$= 3\frac{1}{2} \text{ см}$$

$$2) \text{ Ответ } 3,5 \text{ см}$$

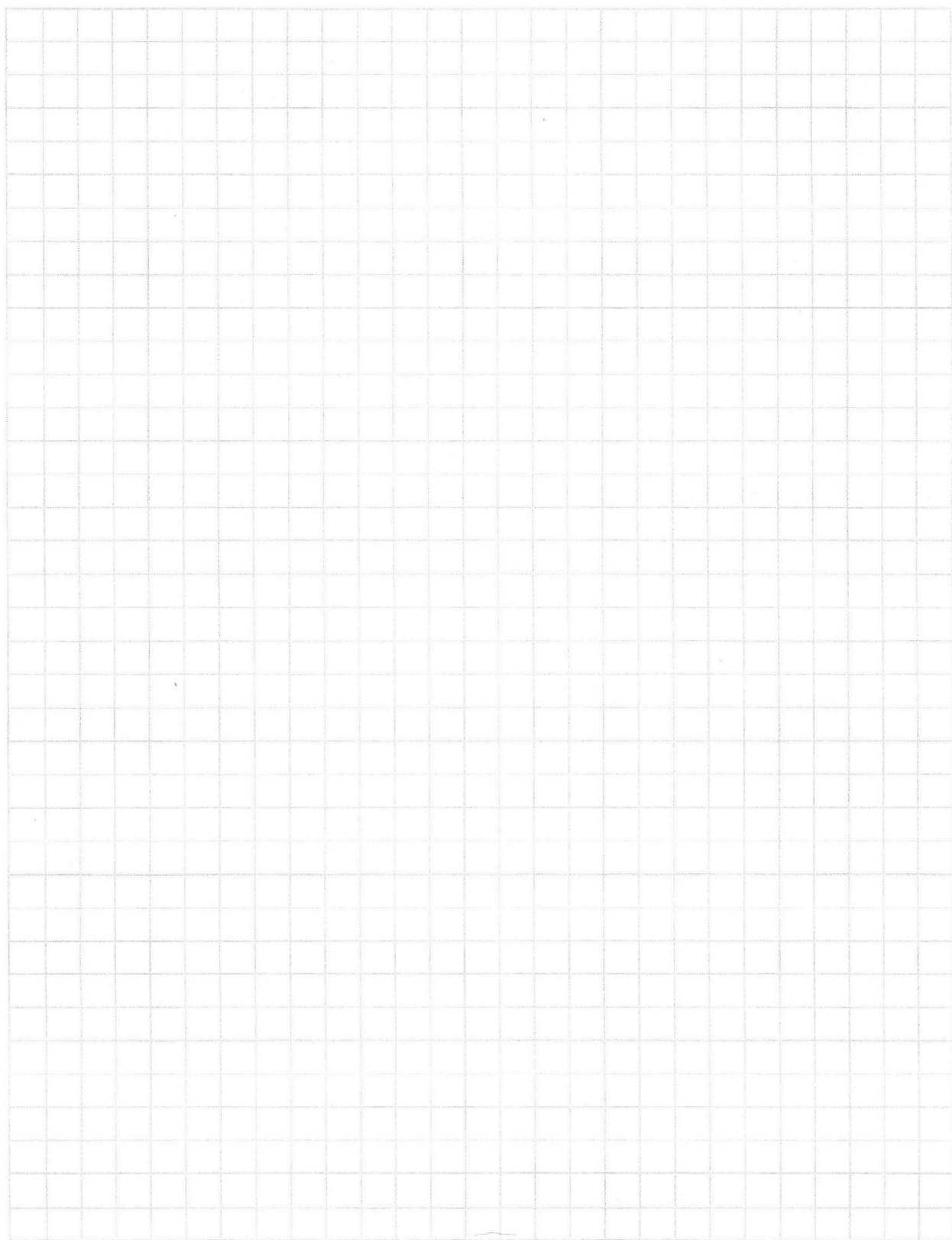


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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
☐

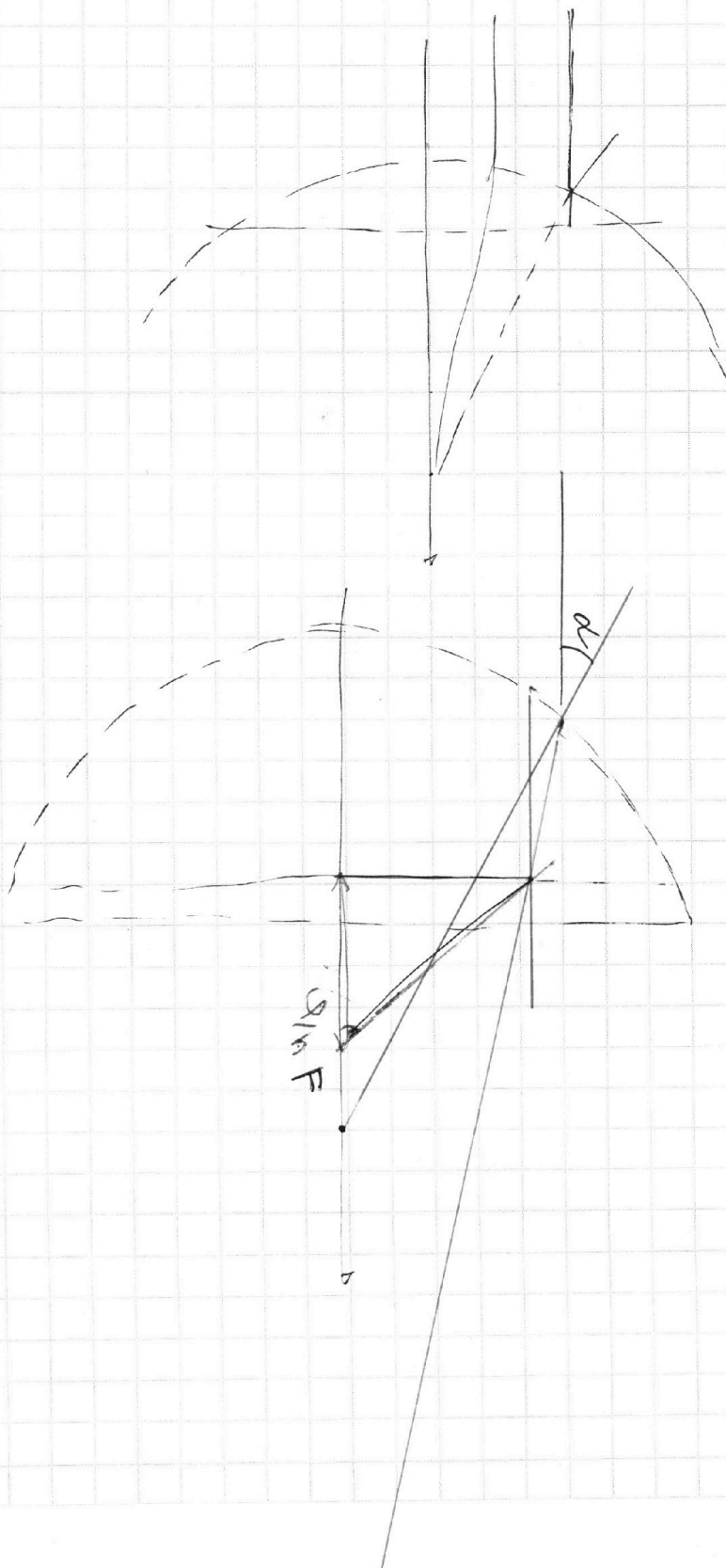
5
☒

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!



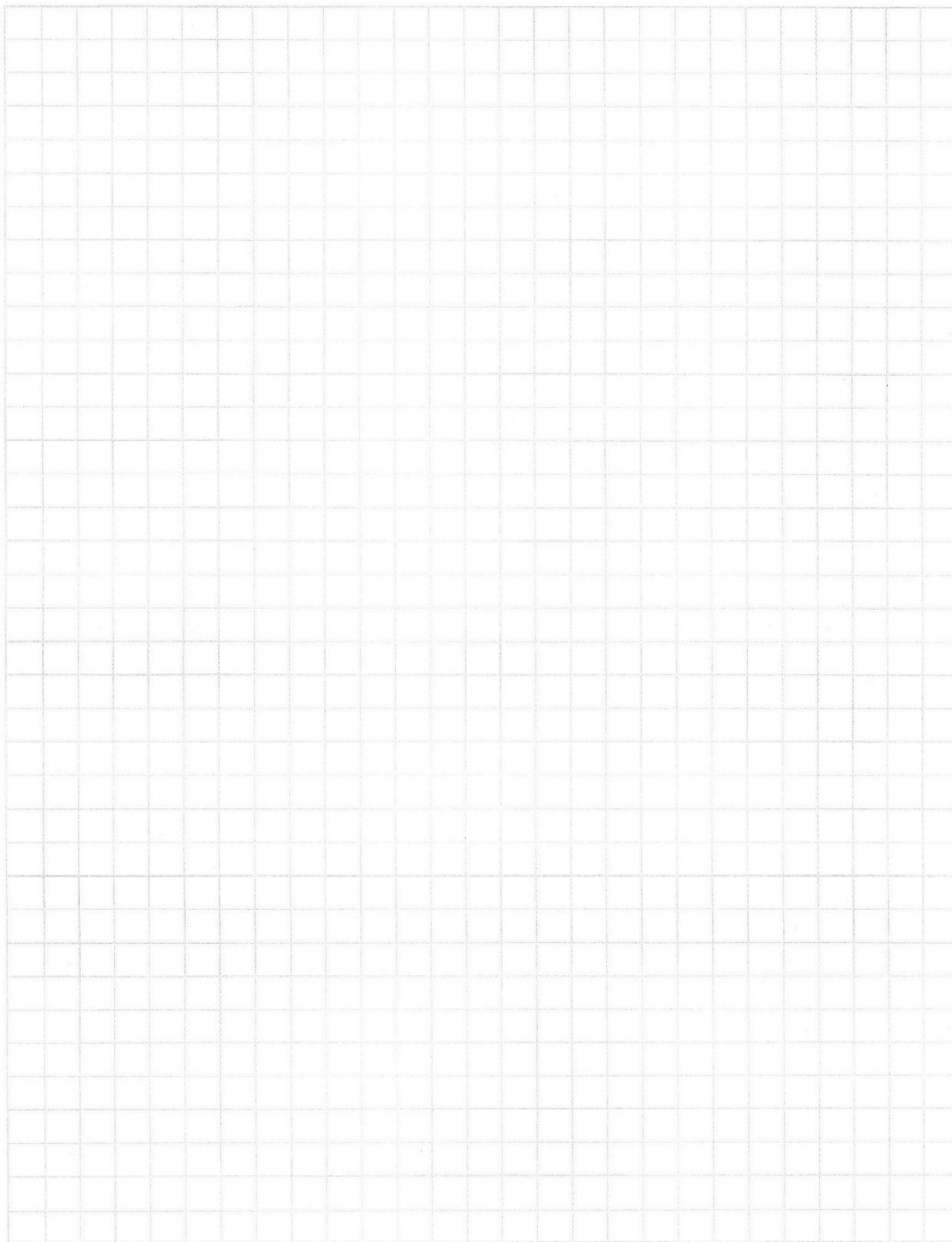


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!



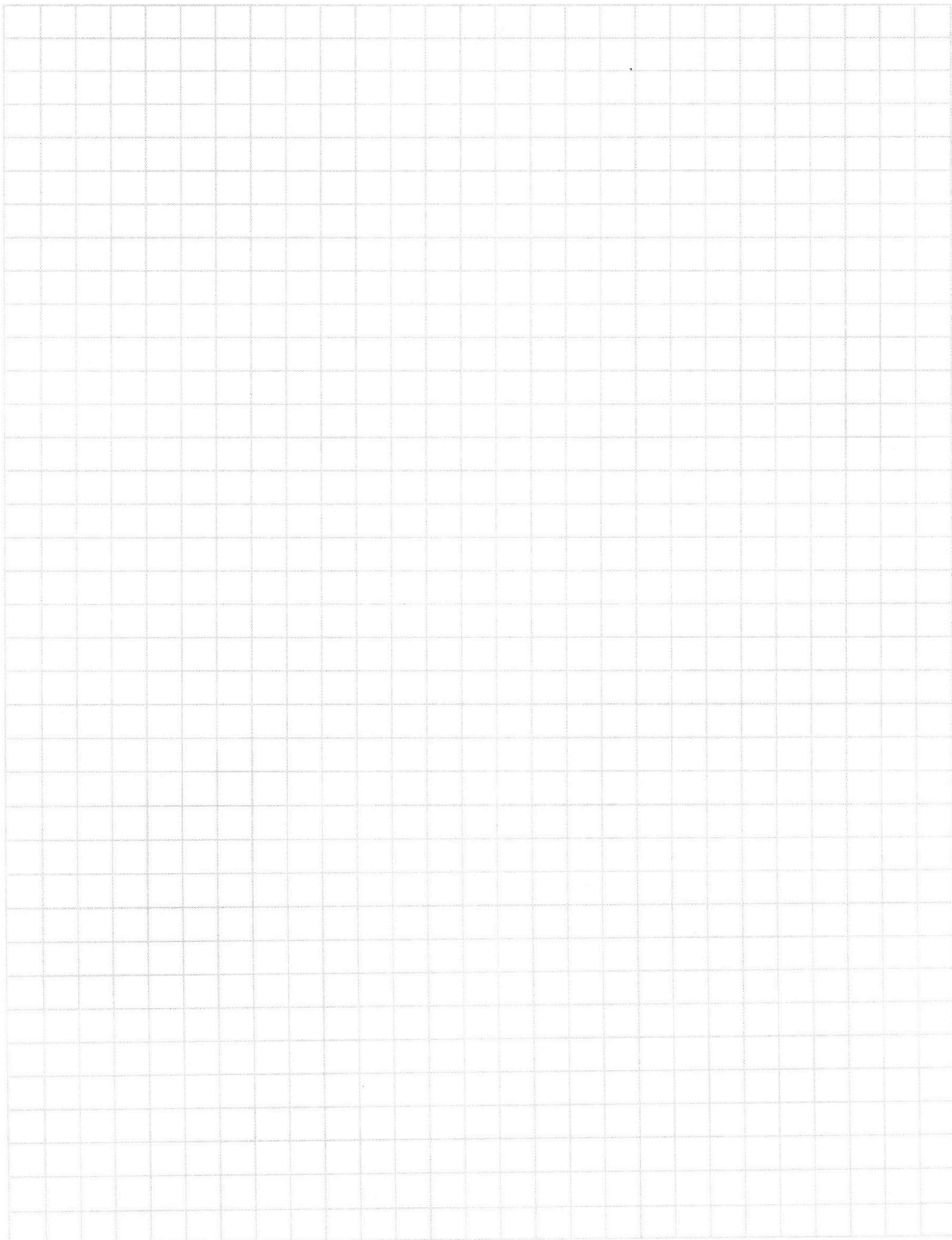


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



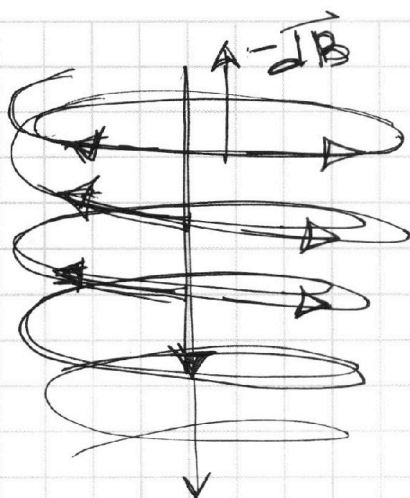


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

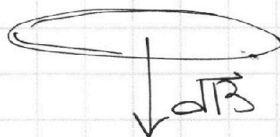
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!



$$\frac{dB}{dt} =$$



$$\frac{dB}{dt} S_{\perp} n = IR - \frac{dI}{dt} L$$

$$I_{\perp} L = B_0 S_{\perp} n - \frac{1}{2} I_{\perp} \pi R$$

$$L = \frac{B_0}{I_{\perp}} S_{\perp} n - \frac{1}{2} \pi R$$

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!

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

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

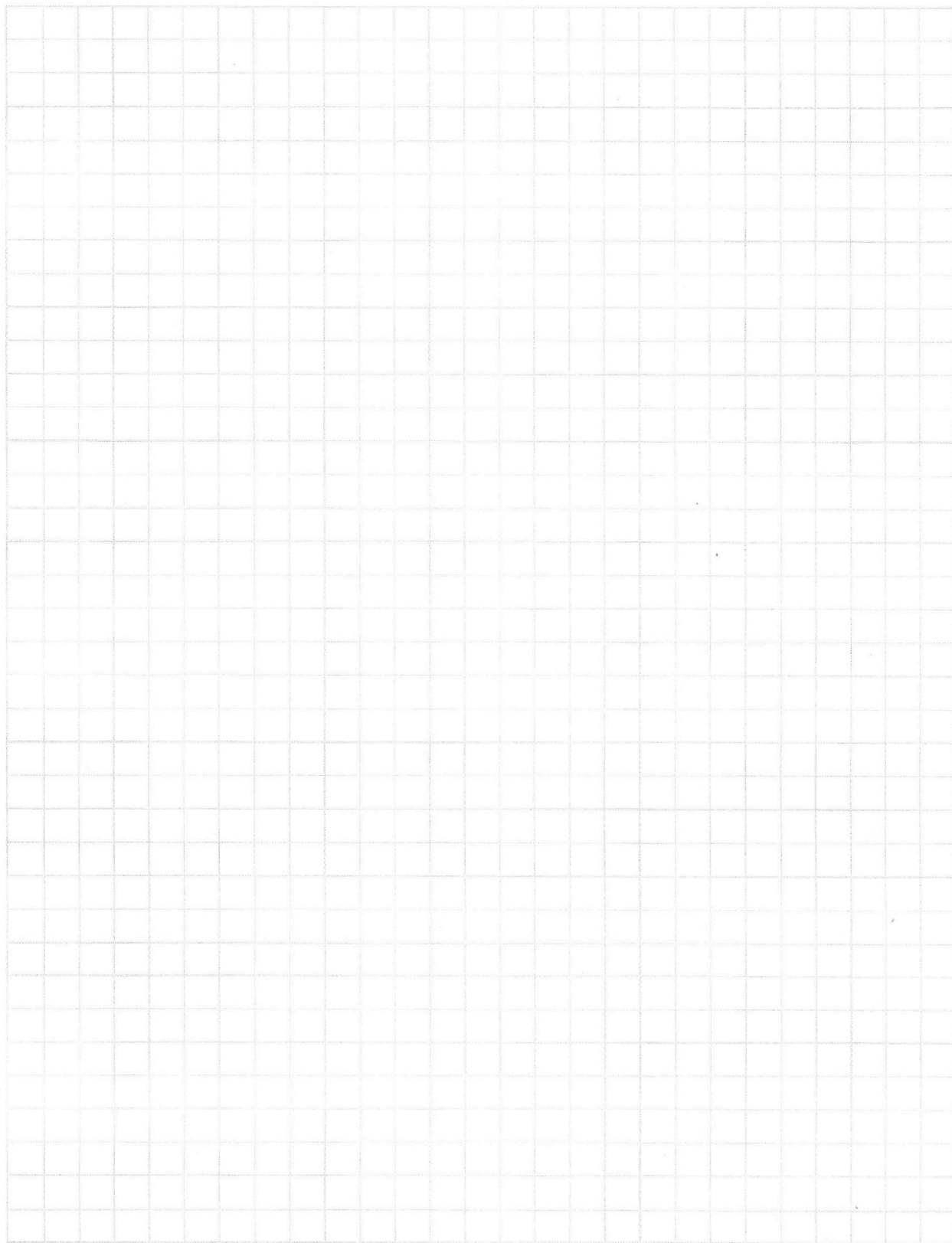


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





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

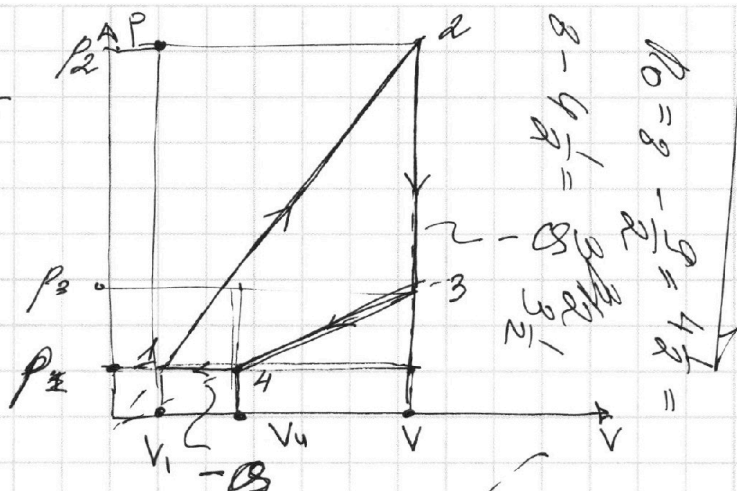
$$C = 3R$$

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

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

$$2) A - ?$$

$$3) \eta - ?$$



$$Q = A + \Delta U$$

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

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

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

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

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

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

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

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

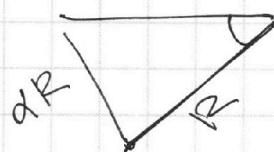
$$Q_{3-4} = \frac{1}{2} (p + p_3) (V - V_4) + \frac{e}{2} R (T_3 - T_4)$$

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

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

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

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



$$3d + 4p_0 = 18 \quad d = 4 - p_0$$

$$8 - 4 \frac{1}{2} = 8 - 4 \frac{1}{2} = 4 \frac{1}{2}$$

$$p_0 = 8 - \frac{1}{2} p = 4 \frac{1}{2}$$



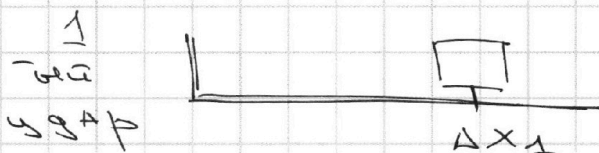
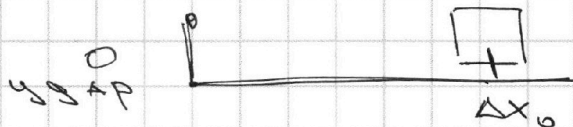
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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~~ $E_k + E_n$

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

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

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

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



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 ☐

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!

$$Q_{3-4} = \frac{Q_1}{T_4 - T_1} = \frac{3R(T_4 - T_1)}{T_4 - T_1} = 3R$$

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

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

$$Q = \frac{9}{2} R T_1 \Rightarrow R T_1 = \frac{2}{9} Q = p V_1$$

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

$$Q_{3-4}$$

$$A = 1$$

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

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

$$\frac{1}{2} (p_3 V (1 - e) - p V_4 (1 - e))$$

$$\frac{1 - e}{2} (p_3 V - p V_4)$$

$$p_3 V - p V_4$$



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 ☐

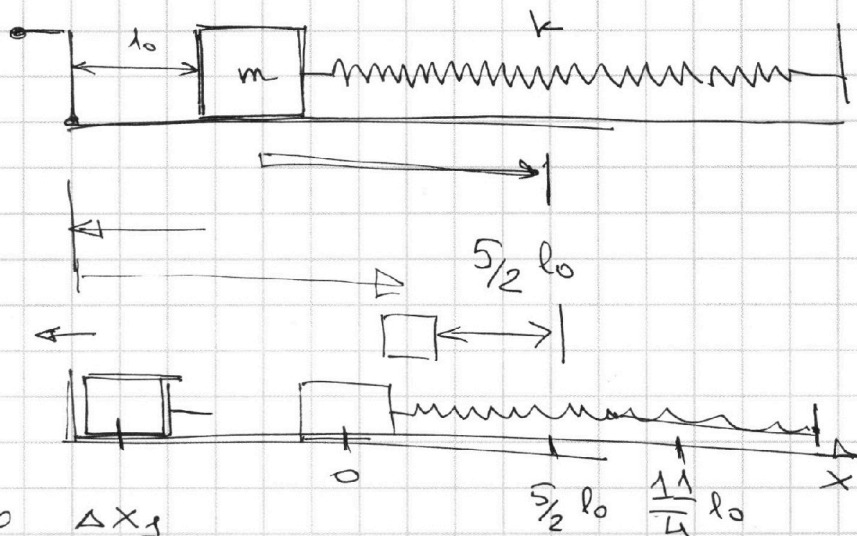
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

51

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

$$\frac{k_{\text{посл. 2}}}{k_{\text{го}}} = d$$



1) $v_0(1)$

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

3) Δx_1 or Δx_2

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

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

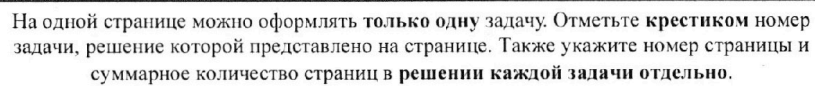
$$K_1 = \frac{k l_0^2}{2} \left(\frac{11^2 - 4^2}{4^2} \right) = \frac{105}{4^2 \cdot 2} \frac{k l_0^2}{2}$$

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

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

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

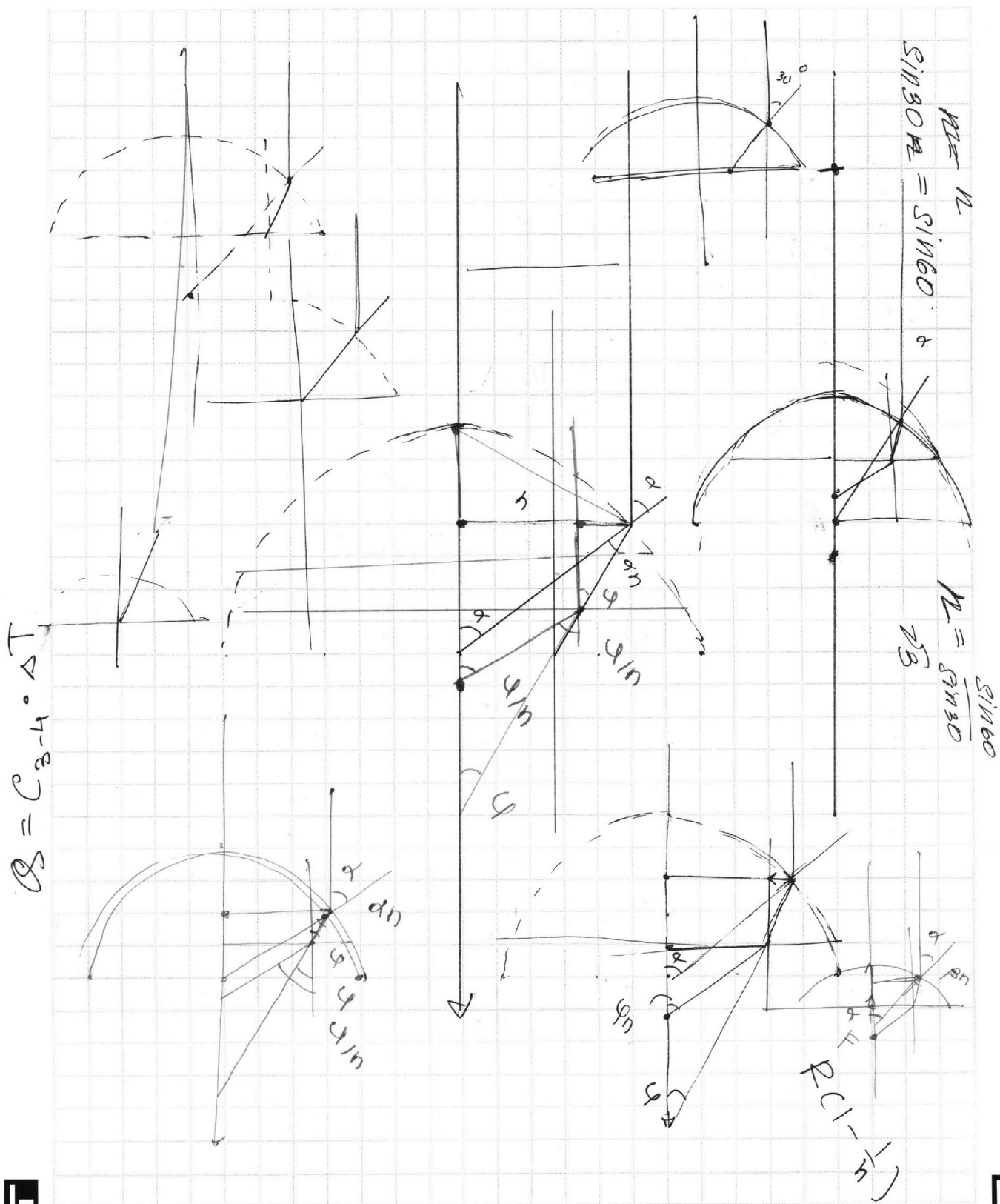
$$\frac{105}{9} \cdot \frac{4}{35}$$



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!

$$Q_{q1} = p(T_4 - T_1)$$
$$p(V_4 - V_1)$$

$$pV_1 = 2R T_1$$

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

$$Q_{q1} = \frac{Q_{q1}}{2(T_4 - T_1)} = \frac{2}{3} \frac{Q}{T_1}$$

$$d p V = 2 R T$$

$$p \Delta V = 2 R \Delta T$$

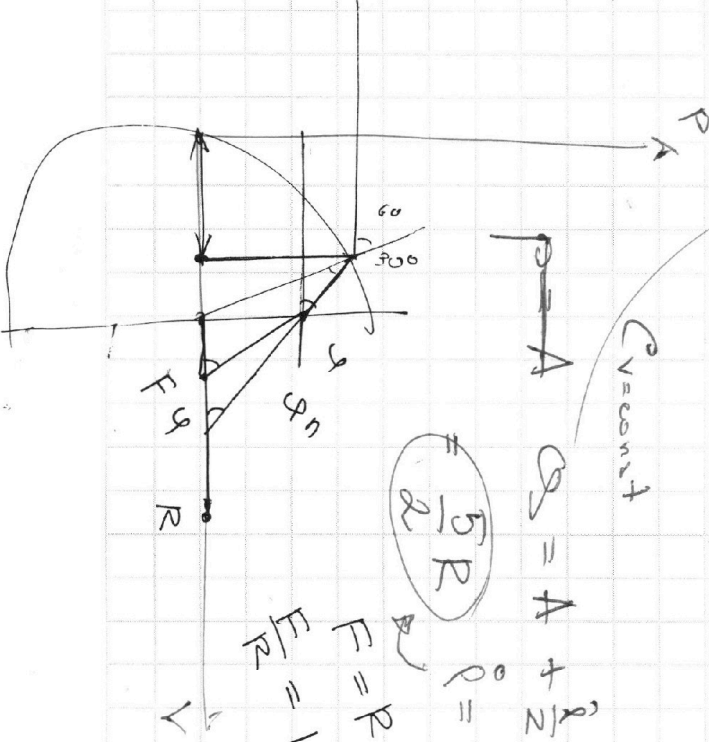
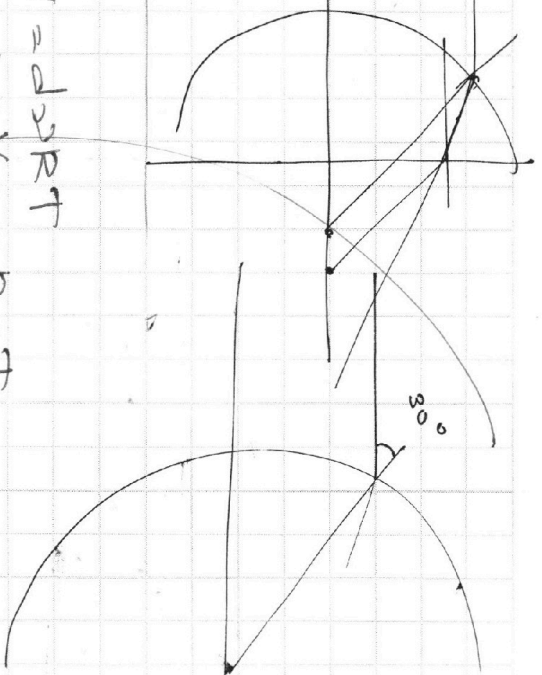
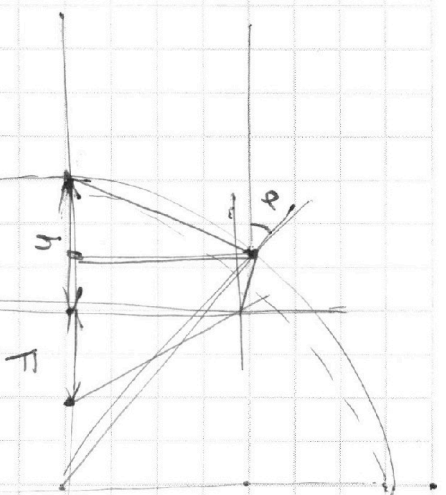
$$p \Delta V = \frac{Q}{\Delta T} = 2 R = R$$

$$C_{v, \text{const}}$$

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

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

$$F = R C_1 - 1 M$$
$$E/R = 1 - 1 M$$



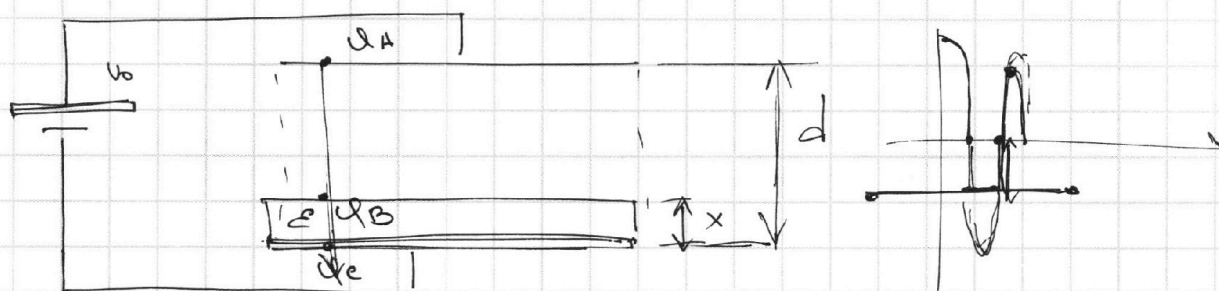


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!



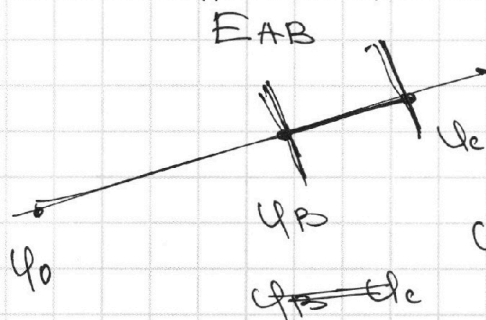
1) $U_0 = ?$

$$U_0 = \frac{kq}{x_B} + \frac{kq}{\varepsilon(x_B + x)}$$

$\omega - \cos \pi u$

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

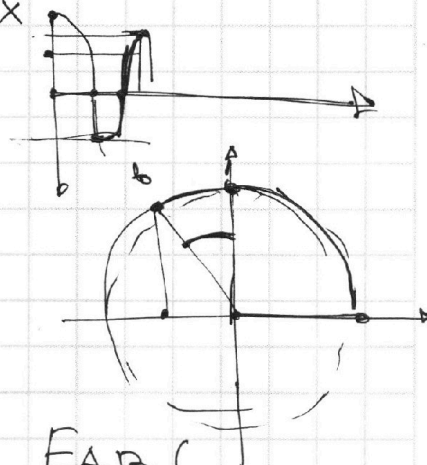
$$U_0 = (\varphi_A - \varphi_B)(d - x) + (\varphi_B - \varphi_C)x$$



$$\frac{E_{AB}}{\varepsilon} x$$

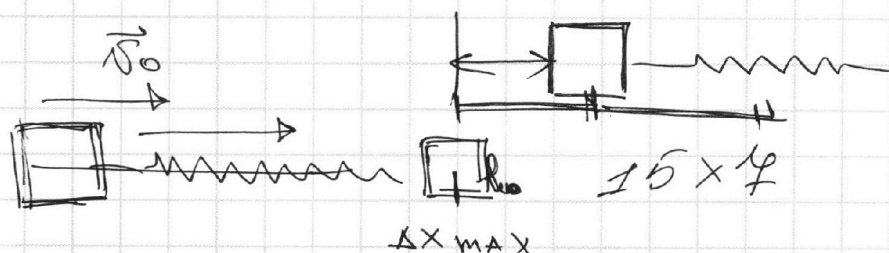
$$\varphi_B = \frac{kq}{x_B}$$

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



$$\varphi_C = \varphi_B$$

$$U_0 = E_{AB}(d - x) + \frac{E_{AB}}{\varepsilon} x = E_{AB} \left(d - x + \frac{x}{\varepsilon} \right) = \left[E_{AB} \left(d + x \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right) \right) \right]$$



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) ЗЛЗ ~~по~~ по мере 1-ого угла:

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

ЗЛЗ по мере 2-ого:

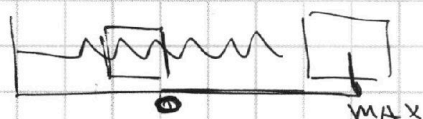
$$\frac{k l_0^2}{2} + K_3 = \frac{k \Delta x_2^2}{2} \quad K_3 = \frac{k}{2} (\Delta x_2^2 - l_0^2)$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

$$25 - 4$$

$$21$$

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

$$321 - 16 = 105$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ 105 \overline{) 35} \\ \underline{- 21} \\ 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ 7 \overline{) 35} \\ \underline{- 21} \\ 14 \end{array}$$