



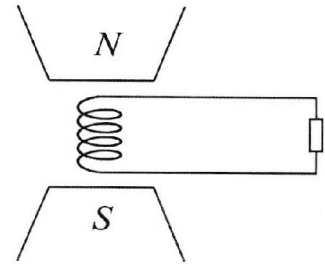
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



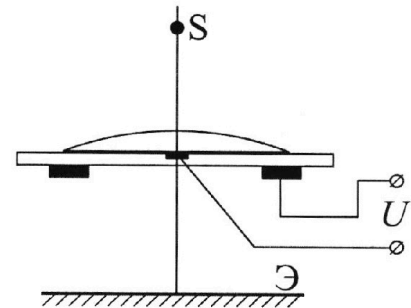
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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



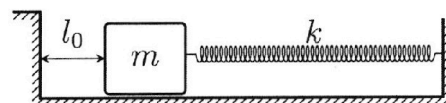
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



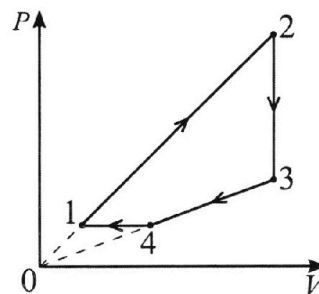
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости.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

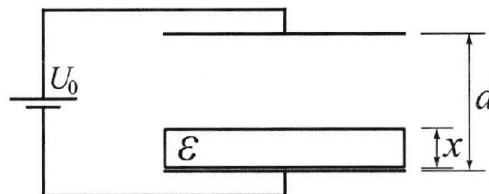
В ответе е допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

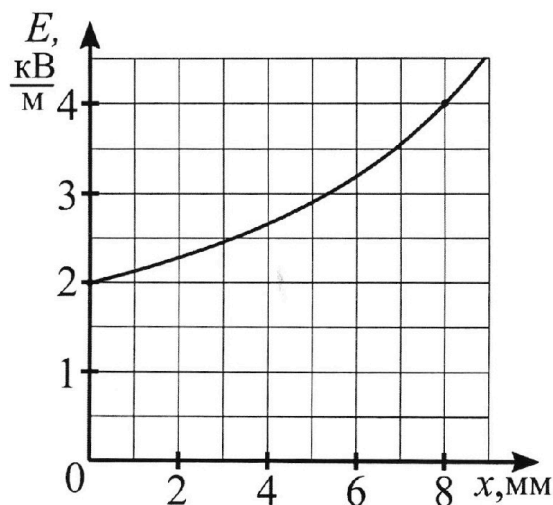


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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.





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!

- ① После удара энергия пружины не меняется, а кинетическая энергия тела изменяется в k_y раз.

Энергия до удара, после удара, после второго удара:

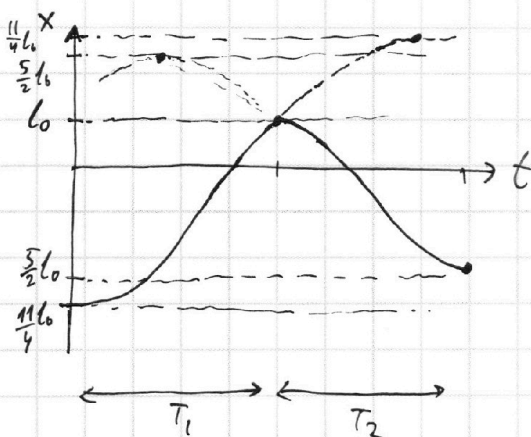
$$\begin{cases} E_0 = \frac{k \cdot (\frac{11}{4} l_0)^2}{2} = \frac{k \cdot l_0^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} & (v_0 - \text{скорость тела при первом ударе}) \\ E_1 = \frac{k \cdot (\frac{5}{2} l_0)^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + k_y \cdot \frac{m v_0^2}{2} \\ E_2 = \frac{k x^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + k_y^2 \cdot \frac{m v_0^2}{2} & (x - \text{макс. сжатие после второго удара}) \end{cases}$$

Найдем скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом:

$$\frac{k \cdot (\frac{11}{4} l_0)^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + 0 \Rightarrow v = \frac{11}{4} l_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Из первых двух уравнений найдем $k_y = \frac{4}{5}$, затем x :

$$\frac{k x^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + \left(\frac{4}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{k \cdot (\frac{11}{4} l_0)^2}{2} - \frac{k l_0^2}{2}\right) = \frac{26}{5} \cdot \frac{k l_0^2}{2} \Rightarrow x = l_0 \cdot \sqrt{\frac{26}{5}}$$



Запомним, что период T колебаний не зависит от амплитуды, поэтому можем записать:

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

$$T_1 = \frac{T}{2\pi} \cdot \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{l_0}{\frac{11}{4} l_0}\right)$$

$$T_2 = \frac{T}{2\pi} \cdot \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{l_0}{\frac{5}{2} l_0}\right)$$

$$\text{Итого } T_1 + T_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \left(\pi + \arcsin \frac{4}{11} + \arcsin \frac{2}{5}\right)$$

Ответ:

$$\frac{11}{4} l_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$l_0 \cdot \sqrt{\frac{26}{5}}$$

$$\sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi + \arcsin \frac{4}{11} + \arcsin \frac{2}{5}\right)$$



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**.

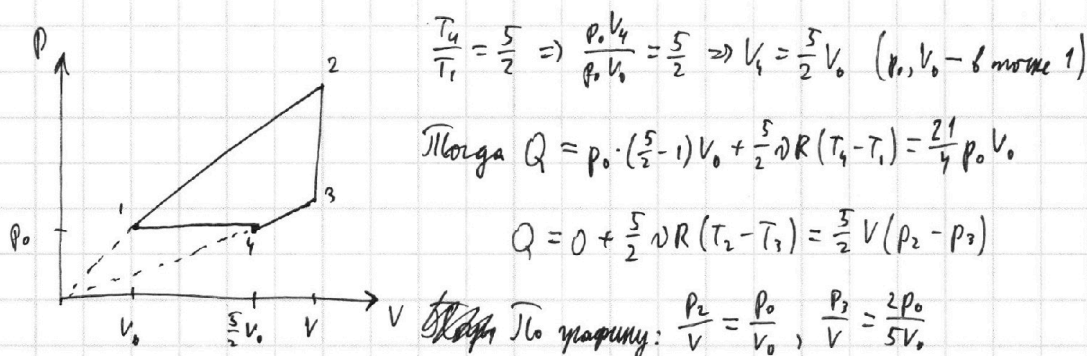
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

② В процессе 3-4 $\frac{p}{V} = \text{const}$ (по графику); в процессах с постоянной теплоемкостью верно $pV^n = \text{const}$, где $n = \frac{C - C_p}{C - C_v}$, откуда $\frac{C - C_p}{C - C_v} = -1 \Rightarrow C = \frac{1}{2}(C_v + C_p) = \frac{1}{2}\left(\frac{5}{2}R + \frac{7}{2}R\right) = 3R \Rightarrow$
 $\Rightarrow i = 5$ — если иметь свободен 5, то газ двухатомный; $C_v = \frac{5}{2}R$, $C_p = \frac{7}{2}R$.

Процесс 4-1 — изобара $\Rightarrow C_{41} = C_p = \frac{7}{2}R$ — молярная теплоемкость в процессе 4-1.



Из последних двух уравнений: $V = \sqrt{\frac{2QV_0}{3p_0}}$, $p_3 = \frac{2}{5}p_2$, $p_2 = \sqrt{\frac{2Qp_0}{3V_0}}$.

Работа газа $A = \frac{1}{2}((p_2 - p_0)(V_3 - V_0) - (p_3 - p_0)(V_3 - \frac{5}{2}V_0)) = \frac{1}{2}\left(\frac{3}{5}p_2 V_3 - \frac{3}{2}p_0 V_0\right) = \frac{2}{35}Q$.

Полная подведенная газу тепло в процессе 1-2, поэтому КПД цикла $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$

$$Q_{12} = A_{12} + Q_{12} = \frac{1}{2}(p_0 + p_2)(V - V_0) + \frac{5}{2}(p_2 V - p_0 V_0) = \frac{10}{7}Q$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{\frac{2}{35}Q}{\frac{10}{7}Q} = \frac{1}{25} = 0,04$$

Ответ: $\frac{7}{2}R$
 $\frac{2}{35}Q$
 $0,04$



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



СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!

③ Находим ёмкость конденсатора: $\frac{1}{C} = \frac{d-x}{\epsilon \cdot S} + \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 S} \Rightarrow C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\epsilon d - (\epsilon - 1)x}$

Тогда на конденсаторе накопится заряд $Q = C \cdot U_0$, а напряжённость $E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{\epsilon U_0}{2(\epsilon d - (\epsilon - 1)x)}$

На границе диэлектриков: $E_1 = 2 \frac{\kappa B}{m}$, $x_1 = 0$ и $E_2 = 4 \frac{\kappa B}{m}$, $x_2 = 8 \text{ мм} = \frac{2}{3}d$

Подставляем: $E_1 = \frac{U_0}{2d}$, $E_2 = \frac{3\epsilon U_0}{2d(\epsilon + 2)}$

Отсюда находим $U_0 = E_1 \cdot 2d = 2 \frac{\kappa B}{m} \cdot 2 \cdot 12 \text{ мм} = 48 \text{ В}$, $\frac{E_2}{E_1} = \frac{3\epsilon}{\epsilon + 2} \Rightarrow \epsilon = 4$.

Ответ:

$$U_0 = 48 \text{ В}$$

$$\epsilon = 4$$



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 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!

④

1) ток в катушке возрастает линейно, поэтому скорость возрастает — $\frac{I_1}{t}$



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
☐

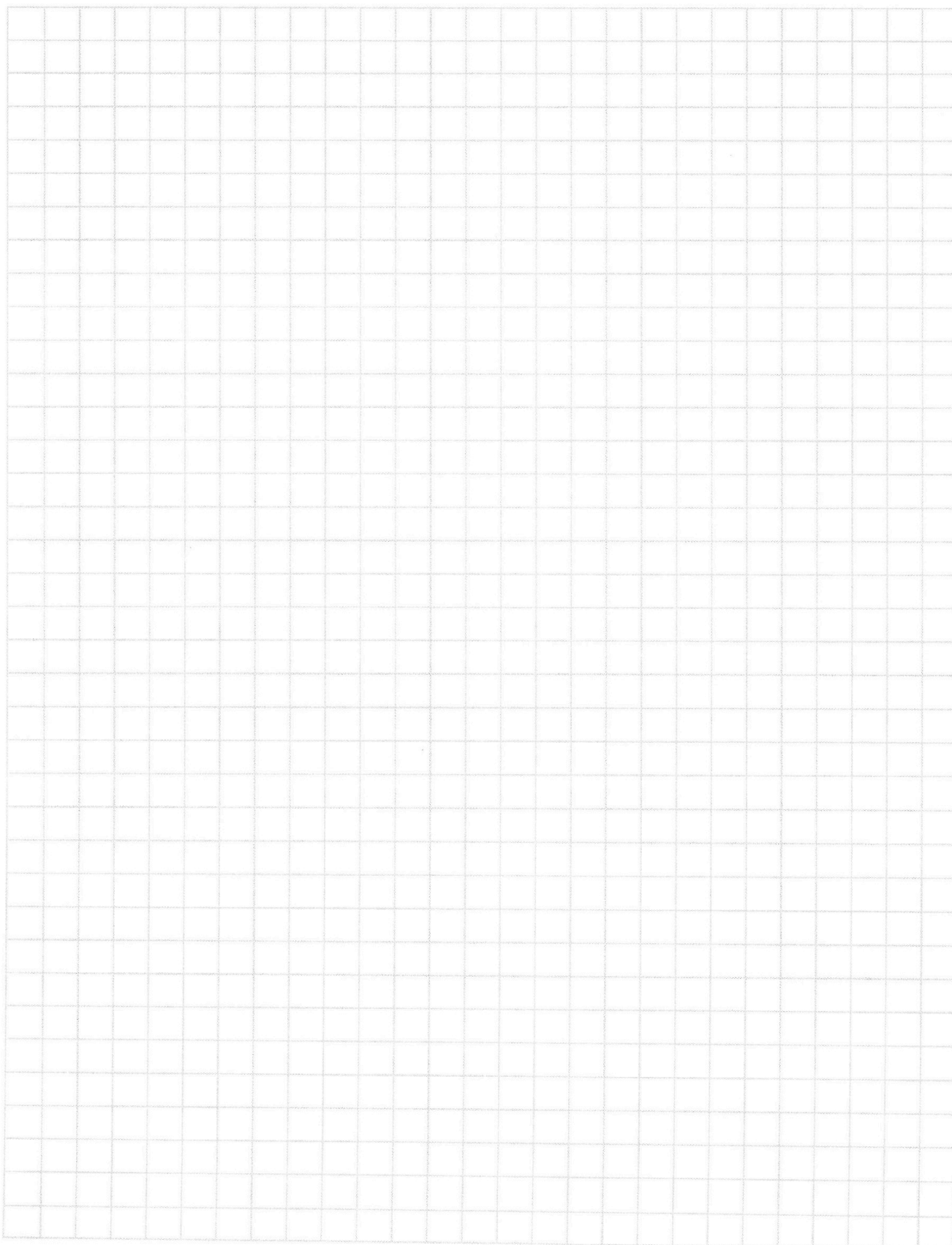
5
☐

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!

$$Q = \underbrace{\nu C}_{3R} (T_3 - T_4) = \frac{5}{2} (\nu R (T_3 - T_4)) + A \quad (3-4)$$

$$\frac{1}{2} (p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_0 V_0) = \frac{1}{2} (p_0 + p_3) (V_3 - \frac{5}{2} V_0)$$

$$p_0 V_3 - \frac{5}{2} p_0 V_0 + p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_3 V_0$$

$$p_0 V_3 = \frac{5}{2} p_3 V_0$$

$$\frac{2}{5} \frac{p_0}{V_0} = \frac{p_3}{V_3}$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_0) (V_3 - V_0) - \frac{1}{2} (p_3 - p_0) (V_3 - \frac{5}{2} V_0)$$

$$p_2 = p_0 \cdot \frac{V_3}{V_0} = \frac{p_0}{V_0} \cdot \sqrt{\frac{2QV_0}{3p_0}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{Q p_0}{V_0}$$

$$p_3 = p_0 \cdot \frac{V_3}{\frac{5}{2} V_0} = \frac{2}{5} p_2 = \frac{2}{5} \sqrt{\frac{2Q p_0}{3V_0}}$$

$$\frac{5}{2} V (p_2 - p_3) = \frac{21}{4} p_0 V_0 = Q$$

$$\frac{p_2}{V_0} = \frac{p_0}{V_0} \quad \frac{2p_0}{5V_0} = \frac{p_3}{V_0}$$

$$\frac{p_2 - p_3}{V_0} = \frac{p_0}{V_0} (1 - \frac{2}{5}) = \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0}$$

$$\frac{5}{2} \cdot V^2 \cdot \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0} = Q = \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V^2 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2QV_0}{3p_0}}$$

$$-3p_0 V_0 + \frac{3p_2 V}{2} - \frac{1}{2} p_2 V_0 + \frac{1}{2} p_0 V$$

$$2Q - \frac{4}{7} Q = \frac{14-4}{7} Q = \frac{10}{7} Q$$

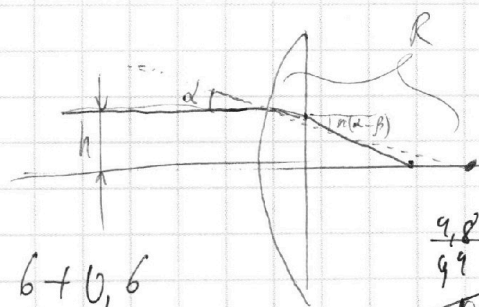
$$A = \frac{1}{2} ((p_2 - p_0) (V_3 - V_0) - (p_3 - p_0) (V_3 - \frac{5}{2} V_0)) = \frac{1}{2} (\frac{3}{5} p_2 V_3 - \frac{3}{2} p_0 V_0) = \frac{2}{35} Q$$

$$\frac{1}{5} - \frac{1}{7} = \frac{2}{35}$$

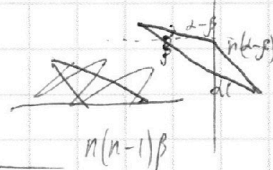
$$p_2 V_3 - p_2 V_0 - p_0 V_3 + p_0 V_0 - \frac{2}{5} p_2 V_3 + \frac{1}{2} p_2 V_0 + p_0 V_3 - p_0 V_0 \cdot \frac{5}{2} = \frac{3}{5} p_2 V_3 - \frac{3}{2} p_0 V_0 = (\frac{2}{5} Q - \frac{2}{7} Q) = \frac{4}{35} Q$$

$$p_0 V_0 = \frac{4}{21} Q, \quad \frac{3}{2} p_0 V_0 = \frac{2}{7} Q, \quad \frac{3}{5} p_2 V_3 = \frac{2}{7} Q$$

$$p_2 \cdot V_3 = \sqrt{\frac{2Q p_0}{3V_0}} \cdot \sqrt{\frac{2QV_0}{3p_0}} = \frac{2}{3} Q, \quad \frac{3}{5} p_2 V_3 = \frac{2}{7} Q$$



$$\alpha = n\beta$$



$$\frac{2}{35} \cdot \frac{2}{10} = \frac{1}{25}$$



$$R = kU + b$$

$$F(n-1) = kU + b$$

$$F_1(n-1) = kU_1 + b$$

$$F_2(n-1) = kU_2 + b$$

$$F_1(n-1) \frac{u_1}{u_1} = kU_2 + b \frac{u_2}{u_1}$$

$$(a_2 - a_1)(n-1) = k(u_2 - u_1)$$

$$6 + 0,6$$

$$(12 \cdot 2 - 18) \cdot \frac{0,4}{1} = 2,4$$

$$24 - 18$$

$$\frac{0,6}{1} \cdot 0,4$$

$$(\frac{2}{3})^2 \frac{1}{9} = \frac{n-1}{R}$$

$$(n-1)(F_1 \frac{u_1}{u_1} - F_2) = b(\frac{u_2}{u_1} - 1)$$



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
☐

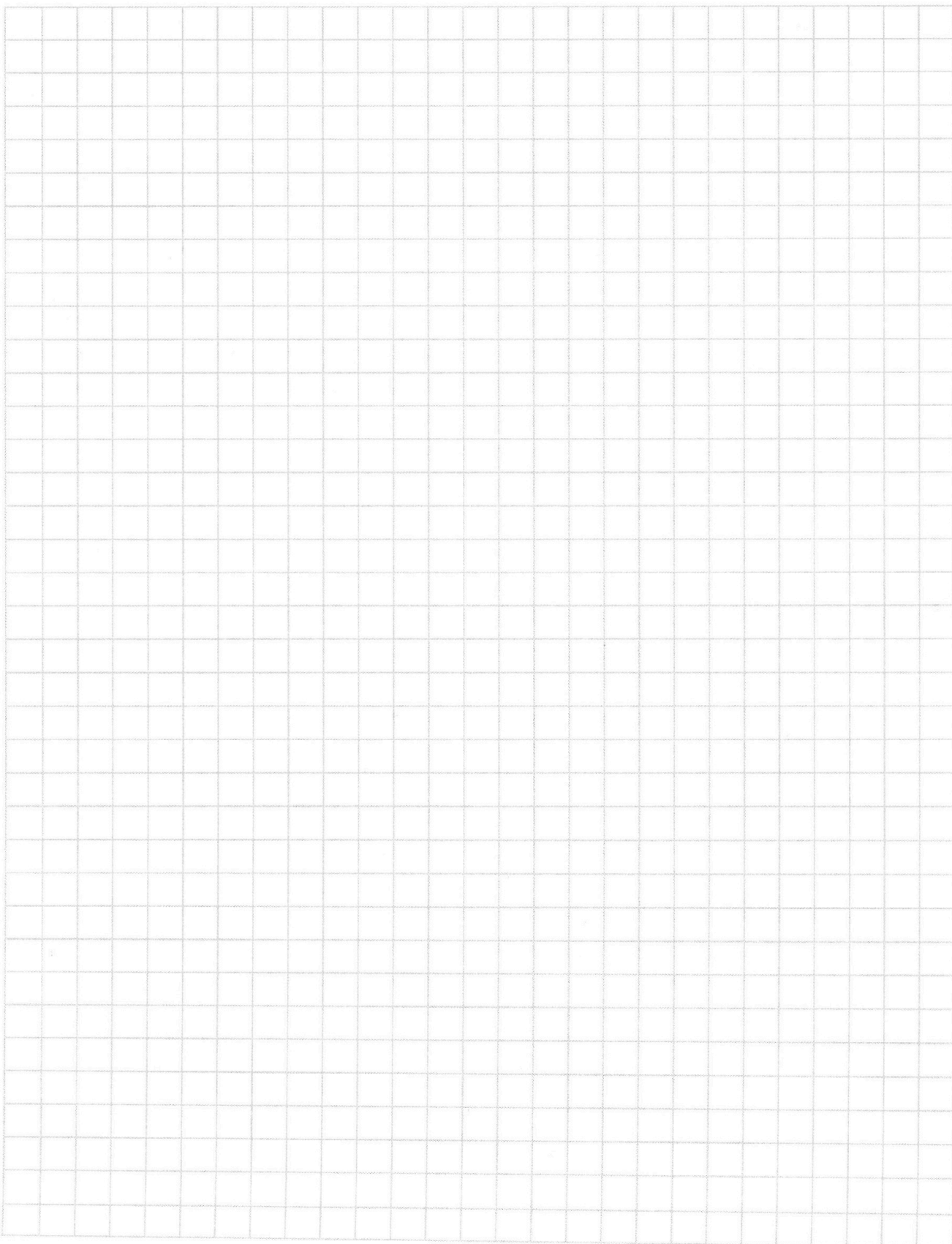
5
☐

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!





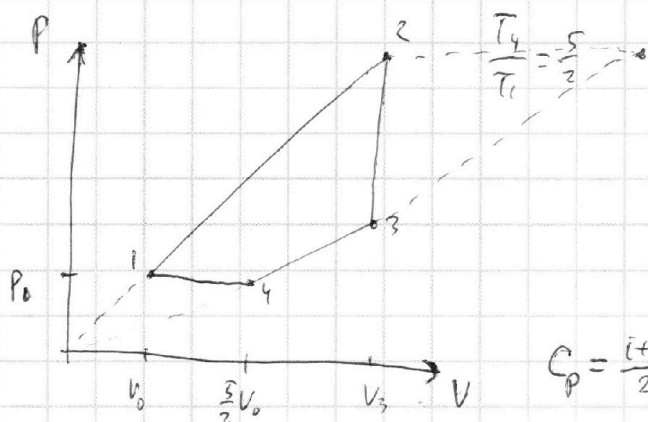
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$C_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{7}{2} R$$

$$\frac{21}{4} p_0 V_0 = Q$$

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

$$Q_{23} = 0 + \Delta U = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$Q_{41} = -p_1 \cdot \frac{3}{2} V_0 + \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_4)$$

$$\frac{5}{2} V (p_2 - p_3) = p_0 V_0 \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2} \cdot \left(\frac{5}{2} - 1 \right) \right) = \frac{21}{4} p_0 V_0$$

$$3-4: Q = \nu R (T_3 - T_4) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_4) + A$$

$$dU = p dV + \frac{3}{2} \nu R dT$$

$$C = \frac{p dV}{\nu R dT} = \frac{5}{2} R = 3R$$

$$\frac{1}{C} = \frac{d-x}{\epsilon_0 S} + \frac{x}{\epsilon S} = \frac{\epsilon d + (1-\epsilon)x}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\epsilon d - (1-\epsilon)x}$$

$$q = C U_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S U_0}{\epsilon d - (1-\epsilon)x}$$

$$E = \frac{\epsilon \epsilon_0 S U_0}{\epsilon d - (1-\epsilon)x} \cdot \frac{d-x}{2 \epsilon_0 S} = \frac{\epsilon U_0}{2(\epsilon d - (1-\epsilon)x)}$$

$$2 \frac{\epsilon R}{A} = \frac{U_0}{24 \mu m}$$

$$\epsilon R - L \frac{d\epsilon}{dt} = - \frac{d\varphi}{dt}$$

$$U_0 = 48 - \frac{\epsilon R_{max}}{\mu m} = 218 B$$

$$2 = \frac{3\epsilon}{\epsilon+2} = \frac{3 \cdot 4}{6} = 2$$

$$2 = \frac{\epsilon U_0}{2(\epsilon d - 0)} = \frac{U_0}{2d}$$

$$2 = \frac{\epsilon U_0}{2(\epsilon d - 0)} = \frac{U_0}{2d}$$

$$4 = \frac{\epsilon U_0}{2(\epsilon d - (1-\epsilon) \frac{2}{3} d)} = \frac{\epsilon U_0}{2d \cdot (\frac{1}{3} \epsilon + \frac{2}{3})}$$

$$\frac{\epsilon - (1-\epsilon) \cdot \frac{2}{3}}{\frac{1}{3} \epsilon + \frac{2}{3}}$$

$$\frac{\epsilon}{\frac{1}{3} \epsilon + \frac{2}{3}} = \frac{2 \cdot (\frac{2}{3} \epsilon + \frac{4}{3})}{\frac{1}{3} \epsilon + \frac{2}{3}}$$

$$\epsilon = 4$$



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!

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = -1$$

$$\frac{f}{v} = \cos \alpha$$

$$\Phi = B_0 n S_1$$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$C - C_p = C_v - C_p$$

$$2C = C_v + C_p$$

$$6R = \frac{i}{2}R + \frac{i+2}{2}R$$

$$(i+2) = 6$$

$$i = 5$$

звукотомный раз.

$$\begin{cases} E_0 = \frac{k \cdot (\frac{11}{4}l_0)^2}{2} = \frac{k \cdot l_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} \\ E_1 = \frac{k \cdot (\frac{5}{2}l_0)^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + k_y \cdot \frac{mv_0^2}{2} \\ E_2 = \frac{k x^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + k_y \cdot \frac{mv_0^2}{2} \end{cases}$$

полез энергии излучения $\frac{k(\frac{11}{4}l_0)^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \frac{11}{4}l_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$ ①

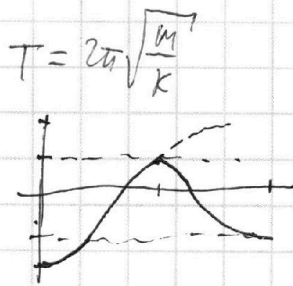
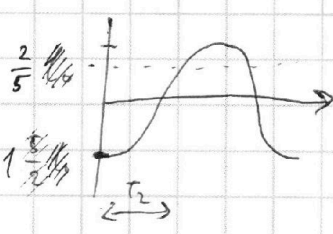
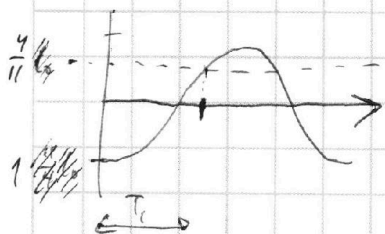
$$mv_0^2 = k l_0^2 \left(\left(\frac{11}{4} \right)^2 - 1 \right)$$

$$k_y \cdot mv_0^2 = k l_0^2 \left(\left(\frac{5}{2} \right)^2 - 1 \right)$$

$$k_y = \frac{(\frac{5}{2})^2 - 1}{(\frac{11}{4})^2 - 1} = \frac{\frac{25}{4} - 1}{\frac{121}{16} - 1} = \frac{\frac{21}{4}}{\frac{105}{16}} = \frac{21 \cdot 4}{105} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2} + k_y \cdot \left(\frac{k(\frac{11}{4}l_0)^2}{2} - \frac{k l_0^2}{2} \right) = \frac{k l_0^2}{2} \cdot \left(1 + \frac{16}{25} \cdot \left(\left(\frac{11}{4} \right)^2 - 1 \right) \right) = \frac{k l_0^2}{2} \cdot \frac{26}{5}$$

$$x = l_0 \cdot \sqrt{\frac{26}{5}}$$



замечем, что $T_2 > T_1$

$$\text{время } t = T_1 + T_2$$

$$\frac{T}{2} + \left(\arcsin \frac{4}{11} + \arcsin \frac{2}{5} \right) \cdot \frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot (\pi + \dots)$$

$$\left(\dots \right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$