



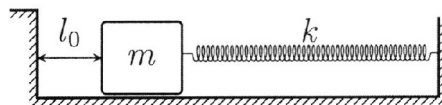
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



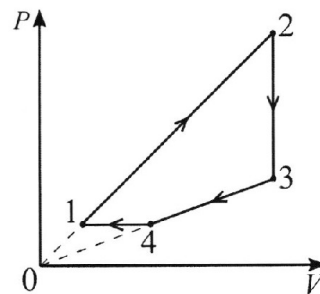
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости.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

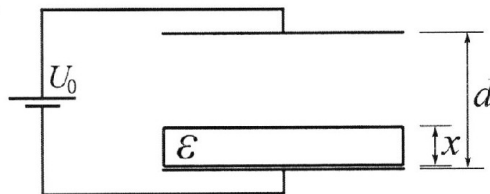
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

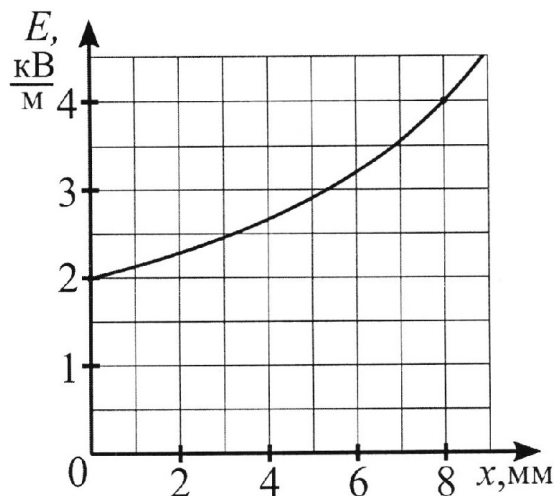


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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.





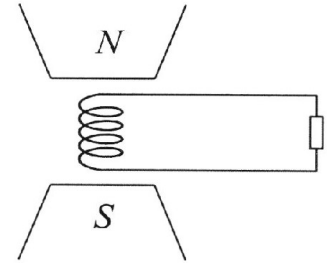
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



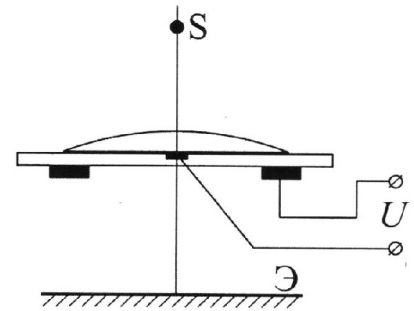
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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

$\rightarrow$ энергия сохр-ся. В начале,

$$E = K \left(\frac{11l_0}{4} \right)^2, \text{ в мом-ти равновесия}$$

$$E = \frac{mv_{go}^2}{2} = \frac{K \cdot 121 l_0^2}{32} = \frac{mv_{go}^2}{2} \rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(v_{go} = \sqrt{\frac{2K \cdot 121}{32} \cdot \frac{l_0^2}{m}} = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{K}{m}} \right)$$

$$\frac{E_{kgo}}{E_{kmax}} = \alpha = \frac{v_{go}^2}{v_{max}^2}$$

$$v_{max} \text{ после 1-ого удара: } K \cdot \left(\frac{5}{2} l_0 \right)^2 = \frac{mv_{max}^2}{2} +$$

$$+ \frac{K l_0^2}{2} \Rightarrow \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{25}{8} K l_0^2 - \frac{4}{8} K l_0^2 =$$

$$= \frac{21}{8} K l_0^2 \quad \frac{mv_{go}^2}{2} + \frac{K l_0^2}{2} = K \left(\frac{11}{4} l_0 \right)^2$$

$$\frac{mv_{go}^2}{2} = \frac{121}{32} K l_0^2 - \frac{16}{32} K l_0^2 = \frac{105}{32} K l_0^2$$

$$\frac{E_{kgo}}{E_{kmax}} = \alpha = \frac{\frac{105}{32} K l_0^2}{\frac{21}{8} K l_0^2} = \frac{105}{32 \cdot 21} = \frac{5}{4}$$

$$E_{kmax} = \frac{4}{5} E_{kgo} \text{ и др. 2-ого удара}$$

$$K \left(\frac{5}{2} l_0 \right)^2 = \frac{4}{5} \left(\frac{mv_{go}^2}{2} + \frac{K l_0^2}{2} \right)$$

$$\frac{mv_{go}^2}{2} = \frac{25}{8} K l_0^2 - \frac{4}{8} K l_0^2 = \frac{21}{8} K l_0^2$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{21}{8} K l_0^2 + \frac{K l_0^2}{2} = \frac{K x_{max}^2}{2} \Rightarrow x_{max} = \sqrt{l_0^2 \frac{21}{20} + l_0^2 \frac{5}{2}} = l_0 \sqrt{\frac{26}{5}}$$

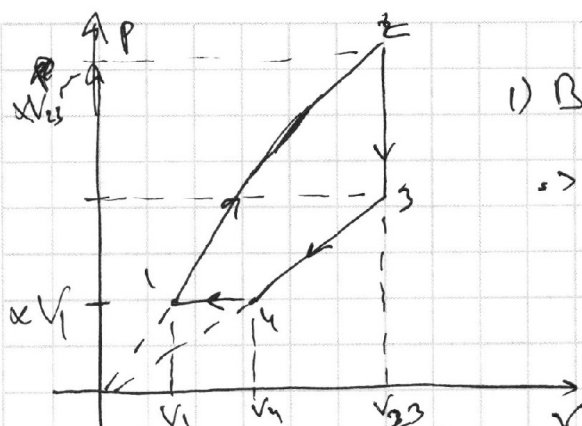
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



1) В процессе 3-4: $p = \kappa V \rightarrow$

$\rightarrow$ из ур-ния состояния:

$$pV = \nu RT$$

$$\kappa V^2 = \nu RT$$

$$A_{34} = |S_{34}| = \frac{p_4 + p_3}{2} (V_4 - V_3) = \frac{\kappa}{2} (V_4 + V_3) (V_4 - V_3)$$

$$= \frac{\kappa}{2} (V_4^2 - V_3^2)$$

$$\Delta U_{34} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3) = \frac{i}{2} (\kappa V_4^2 - \kappa V_3^2)$$

$$= \frac{i\kappa}{2} (V_4^2 - V_3^2), \text{ тогда } Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34} =$$

$$= \frac{\kappa}{2} (V_4^2 - V_3^2) + \frac{i\kappa}{2} (V_4^2 - V_3^2) = \underbrace{\kappa (V_4^2 - V_3^2)}_{Q_{RST}} \left(\frac{i+1}{2} \right)$$

$\rightarrow \frac{i+1}{2} R$ — теплоемкость газа в данном процессе

$\rightarrow C_{34} = \nu R = \frac{i+1}{2} R > i/2 R$, значит

газ двухатомный $\rightarrow$ в изобразном процессе

$$14: \left[C = \frac{i+2}{2} R = \frac{5+2}{2} R = \frac{7}{2} R \right]$$

$$2) A_{цикла} = |A_{12}| - |A_{34}| - A_{41}$$

$$A_{12} = \frac{\kappa_{12}}{2} (V_2^2 - V_1^2); A_{34} = \frac{\kappa_{34}}{2} (V_4^2 - V_3^2); A_{41} = \kappa V_1 (V_1 - V_4)$$

$$A_{цикла} = \frac{\kappa_{12}}{2} (V_2^2 - V_1^2) - \frac{\kappa_{34}}{2} (V_3^2 - V_4^2) - \kappa V_1 (V_4 - V_1) =$$

$$= \frac{\kappa_{12}}{2} V_2^2 - \frac{\kappa_{12}}{2} V_1^2 - \frac{\kappa_{34}}{2} V_3^2 + \frac{\kappa_{34}}{2} V_4^2 + \kappa_{12} V_1^2 - \kappa_{12} V_1 V_4 =$$



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
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!

$$- \frac{\kappa_{12} V_1^2}{2} + \frac{\kappa_{12} V_2^2}{2} - \frac{\kappa_{34} V_3^2}{2} + \frac{\kappa_{34} V_4^2}{2} - \kappa_{12} V_1 V_4 \quad (1)$$

$$A_{14} = 2R(T_4 - T_1), \quad \frac{T_4}{T_1} \leq \frac{5}{2} \Rightarrow T_4 \leq \frac{5T_1}{2}$$

$$A_{14} \leq 2R\left(\frac{3}{2}T_1\right) \leq \frac{3}{2}2RT_1$$

$$Q_{14} = Q \leq \frac{3}{2}2RT_1 + \frac{5}{2}2R(T_4 - T_1) \leq \frac{3}{2}2RT_1 + \frac{15}{4}2RT_1 \\ \leq \frac{21}{4}2RT_1 \Rightarrow 2T_1 \leq \frac{4Q}{21R}$$

$$p_1 V_1 = \frac{4Q}{21} = \kappa_{12} V_1^2 \Rightarrow \frac{\kappa_{12} V_1^2}{2} = \frac{2Q}{21}; A$$

$$B \text{ процессе } 231 \quad Q \leq \frac{5}{2}2R\Delta T = \frac{5}{2}2R(T_3 - T_2) \leq$$

$$\leq \frac{5}{2}\kappa_{34} V_3^2 - \frac{5}{2}\kappa_{12} V_2^2 \Rightarrow \frac{\kappa_{34} V_3^2}{2} - \frac{\kappa_{12} V_2^2}{2} \leq$$

$$\frac{Q}{5}$$

Подставим в ур-ие (1):

$$\left(\text{с учетом } \frac{T_4}{T_1} \leq \frac{V_4}{V_1} \Rightarrow V_4 \leq \frac{5V_1}{2} \Rightarrow V_1 \leq \frac{2V_4}{5} \right)$$

$$\frac{\kappa_{12} V_1^2}{2} \leq \frac{2Q}{21} \Rightarrow \frac{\kappa_{12}}{2} \cdot \frac{4V_4^2}{25} \leq \frac{4Q}{25} \Rightarrow \frac{\kappa_{12} V_4^2}{2} = \frac{25}{4} \cdot \frac{2Q}{21} = \frac{50Q}{84}$$

$$(1): \frac{2Q}{21} - \frac{Q}{5} + \frac{\kappa_{34} V_4^2}{2} - \kappa_{12} V_1 V_4$$

$$\kappa_{12} V_1 \leq \kappa_{34} V_4 \Rightarrow \kappa_{12} \leq \frac{V_4}{V_1} \kappa_{34} \leq \frac{5}{2} \kappa_{34}$$

$$\frac{\frac{5}{2} \kappa_{34} V_4^2}{2} \leq \frac{50Q}{84} \Rightarrow \frac{20}{84} Q = \frac{\kappa_{34} V_4^2}{2} \leq \frac{5}{21} Q$$

$$\kappa_{12} V_1 V_4 \leq \frac{5}{2} \kappa_{12} V_1^2 \Rightarrow \text{т.н. } \frac{\kappa_{12} V_1^2}{2} \leq \frac{2}{21} Q \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{5}{2} \kappa_{12} V_1^2 \leq \frac{10}{21} Q$$



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
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!

$$(1) \frac{2Q}{21} - \frac{Q}{5} + \frac{5}{21}Q - \frac{10}{21}Q = A$$

$$|A| = \left| \frac{-15}{105} - \frac{21Q}{105} \right| = \frac{36^{12}}{105} Q = \frac{12}{35} Q$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_k}, \quad Q_{k1} = Q_{k2} = C(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) \Leftrightarrow$$

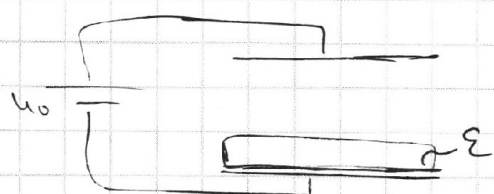
$$\Leftrightarrow Q_{k1} = Q_{k2} = k_{12}(V_2^2 - V_1^2). \quad 3 = 3 \times 12 V_2^2 - 3 \times 12 V_1^2$$



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 1

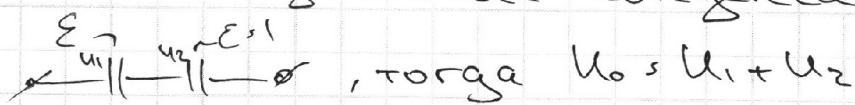
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



В установившемся режиме
ищем U_0 и U_1 ;

в начале $U_0 = E_0 d$, когда диэлектрика нет
(из графика $E_0 = \frac{2 \text{ кВ}}{\text{м}}$) $\Rightarrow U_0 = 2 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 24 \text{ В}$

Когда внутри появился диэлектрик,
то можно рассмотреть систему из двух
последовательно соединенных конденсаторов:



$$U_0 = E_0 x + E_1 (d - x)$$

$$E_0 = \frac{U_0 - E_1 (d - x)}{x}; \text{ возьмем точку } (4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} = 8 \text{ мм}) \text{ из графика}$$

$$E_0 = \frac{24 - 8 \cdot 10^3 (12 - 8) \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3}} = \frac{8}{8 \cdot 10^{-3}} = 10^3$$

$$\text{Тогда } E_0 = \frac{E}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = \frac{E}{E_0} = \frac{4 \cdot 10^3}{10^3} = 4$$

Т.е. ϵ показывает, во сколько раз
ослабевает поле в диэлектрике!

Ответ: $\epsilon = 4$

1) $U_0 = 24 \text{ В}$

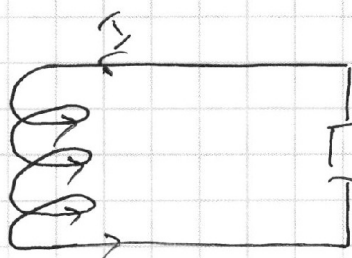


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Из-за изменения $|B|$
в катушке возникает $\mathcal{E}_L$:

$$\mathcal{E}_L = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \sim \text{для 1000 витков}$$

$$\rightarrow \text{для } N \text{ витков } \mathcal{E}_L = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \frac{(0 - B_0)}{\tau} \cdot S_1 =$$

$$\sim \frac{B_0}{\tau} N S_1 \Rightarrow I_1 \sim \frac{\mathcal{E}_L}{R} \Rightarrow R = \frac{\mathcal{E}_L}{I_1} = \frac{B_0}{\tau} \frac{N S_1}{I_1}$$

Рассмотрим систему в произвольный момент

$$t: \mathcal{E}_L \sim -N \frac{(B - B_0)}{\tau} S_1 = -\frac{dB}{dt} N S_1 = -L \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} \sim \frac{dB}{dt} \frac{N S_1}{L} \Rightarrow R \sim \frac{\mathcal{E}_L}{I_1} \sim \frac{dB}{dt} \frac{N S_1}{I_1} \cdot \frac{L}{N S_1} \cdot \frac{I_1}{L}$$

$$\frac{I_1 - 0}{\tau} \sim \frac{0 - B_0}{\tau} \frac{N S_1}{L} \Rightarrow I_1 \sim -B_0 \frac{N S_1}{L} \Rightarrow$$

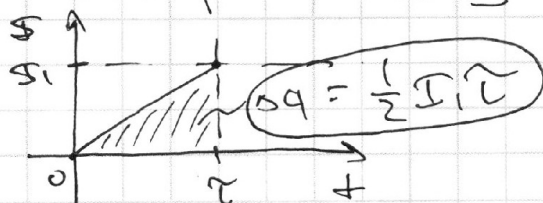
$$\Rightarrow \left[L \sim \left| -\frac{B_0 N S_1}{I_1} \right| = \frac{B_0 N S_1}{I_1} \right]$$

$$\frac{dI}{dt} \left(\frac{1}{3} \right) = \frac{3 B_0}{\tau} \cdot \frac{N S_1 I_1}{B_0 N S_1} \sim \frac{3 B_0}{\tau} \cdot \frac{I_1}{B_0}$$

$$\text{Из (1): } \frac{dB}{dt} \sim \frac{R \Delta t}{N S_1}$$

Т.к. ток в катушке убывает линейно $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta q \sim$ площадь под графиком $I(t)$



Т.к. ток уб-ся линейно $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ скорость его
возрастания



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
☐

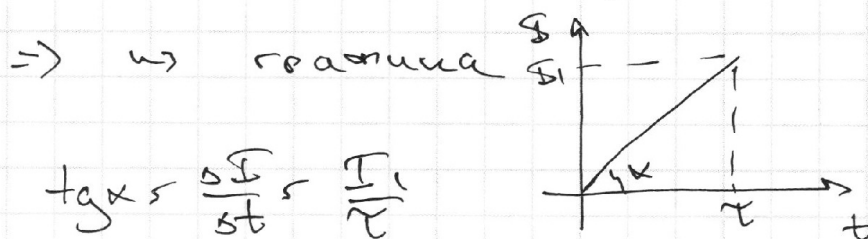
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!

будет постоянной ($\frac{dI}{dt} = \text{const}$ во всем процессе выключения) $\Rightarrow$



- Ответ:
- 1) $\frac{I_1}{\tau}$
 - 2) $\frac{1}{2} I_1 \tau$
 - 3) $L \cdot \frac{B_0 \mu S_1}{S_1}$



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
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!

1) Для кинзы $\frac{1}{P} \leq (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$, т.ч.

Одна из сторон кинзы плоская, $\therefore$

$$\Rightarrow \frac{1}{P} \leq \frac{n-1}{R} \Rightarrow P \leq \frac{R}{n-1} \leq \frac{R}{0,4}$$

$R \propto U \rightarrow R$ от U является прямой.

$U_1 \in IB: \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{0,4}{R_1} = \frac{a_2 + a_1}{a_2 a_1} \Rightarrow \frac{0,4}{R_1} = \frac{a_1 + a_2}{a_1 a_2}$

$R_1 \propto U_1 \Rightarrow \frac{0,4 a_1 a_2}{a_1 + a_2} = \frac{0,4 \cdot 12 \cdot 18 \cdot 10^{-2}}{30 - 10} = \frac{2,16 \cdot 10^{-2}}{20} = 0,108 \cdot 10^{-2} = 0,00108 \text{ Ом}$

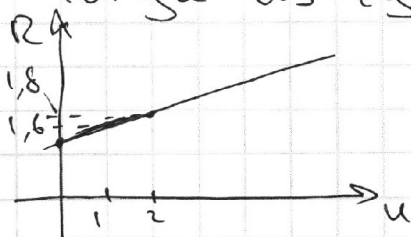
$U_1 \in IB: \frac{1}{b} + \frac{1}{a_1} = \frac{0,4}{R_1} \Rightarrow$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{0,4 a_1 b}{a_1 + b} = \frac{0,4 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 10^{-4}}{18 \cdot 10^{-2}} = \frac{2,88 \cdot 10^{-4}}{1,8 \cdot 10^{-1}} = 1,6 \cdot 10^{-3} = 1,6 \text{ мкОм}$$

$\Rightarrow 1,6 \cdot 10^{-3} = 1,6 \text{ мкОм}$

$U_2 \in IB: R_2 = \frac{0,4 a_2 b}{a_2 + b} = \frac{0,4 \cdot 18 \cdot 6 \cdot 10^{-4}}{24 \cdot 10^{-2}} = \frac{1,08 \cdot 10^{-3}}{2,4 \cdot 10^{-1}} = 0,45 \cdot 10^{-3} = 0,45 \text{ мкОм}$

Тогда из двух точек график



Тогда в точке пересечения график даст R_0



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

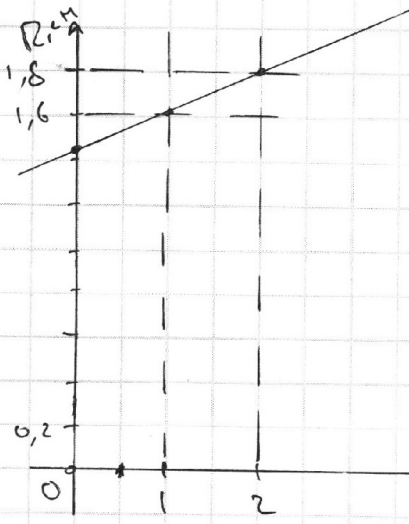
☒ 5

☐ 6

☐ 7

СТРАНИЦА
2 из 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!



Из графика $R_0 \approx 1,42 \text{ см}$

Т.е. световой излучает
одинаковую мощность

$$\Rightarrow E_1 \frac{S_2 \cdot S}{t}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

При падении в 100 случаев $R_1 = 1,6 \text{ см}$

$$S = \pi R^2 \Rightarrow \text{и } R_2 = 1,8 \text{ см} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\pi R_1^2}{\pi R_2^2} = \frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{1,6^2}{1,8^2} = \frac{16^2 \cdot 10^{-2}}{18^2 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= \frac{256}{324} = \frac{64}{81}$$

Ответ, 1) $R = \frac{R_0}{n-1}$

2) $R_0 \approx 1,42 \text{ см}$

3) $\frac{E_1}{E_2} = \frac{64}{81}$



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
☐

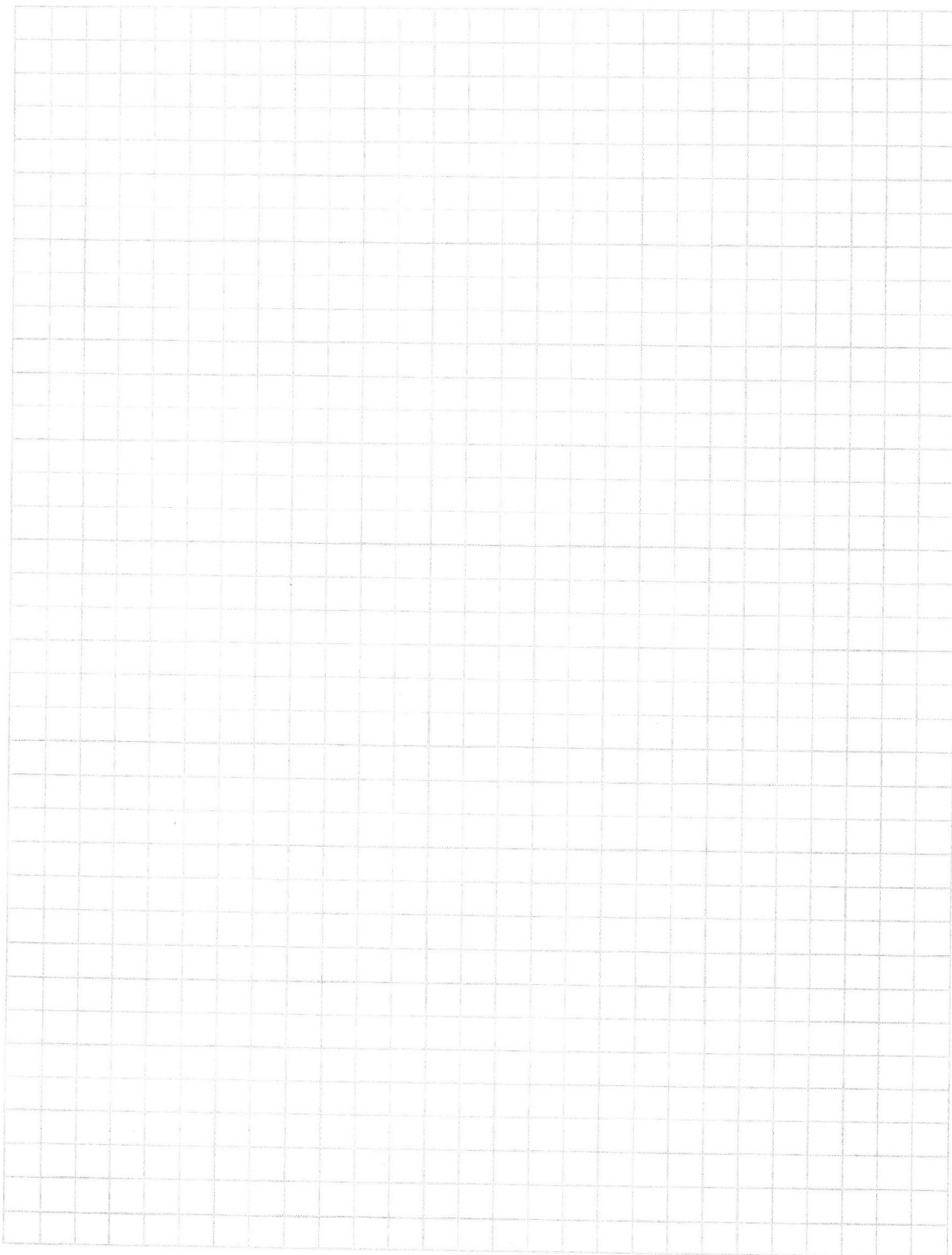
5
☐

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!



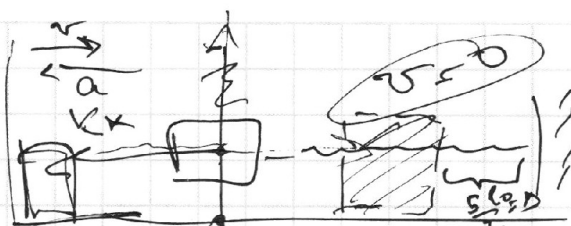


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\theta = \arccos\left(-\frac{4}{11}\right) \sum \frac{m_i}{k}$
и другой стороне:

$$ma = kx \Rightarrow a = \frac{kx}{m}$$

$$s \frac{1}{x} = \frac{at^2}{2} + s \frac{1}{x}$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{k l_m^2}{2}$$

то есть $Q_{12} = 2Q$

$$2 \frac{mv^2}{2} + 1 \frac{k}{2} \cdot \frac{dx}{dt} = 1 \frac{k}{2} \frac{dl_m}{dt} \Rightarrow \text{верно?}$$

②



12: $P = \alpha V$
 $\alpha V_1^2 = 2RT_1$
 $\alpha V_2^2 = 2RT_2$

$$\frac{\alpha V_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3}$$

$P_{34} = \alpha V_3 \Rightarrow P_3$
 $\alpha V_3^2 = 2RT_3$
 $\alpha V_4^2 = 2RT_4 \Rightarrow \frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2} = \frac{\alpha V_4^2}{\frac{\alpha V_1^2}{2R}} = \frac{\alpha V_4^2}{\alpha V_1^2}$

$$Q_{34} = 3R \int (T_4 - T_3)$$

$$Q_{41} = C_V (T_1 - T_4)$$

$$C_V \left(\frac{2T_4}{5} - T_4 \right) = -C_V \frac{3}{5} T_4$$

$$Q_1 = \frac{5Q_{41}}{3RT_4} = \frac{5Q}{3RT_4}$$

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

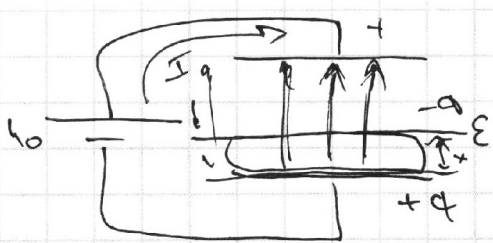


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!



$\Rightarrow$ Представим 2 иск.

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$$

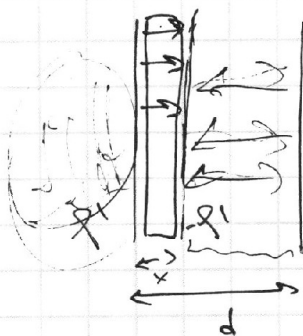
$$C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d-x}$$

$$C_{\text{общ}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d-x}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} + \frac{\epsilon_0 S}{d-x}} = \frac{\epsilon \epsilon_0^2 S^2}{\epsilon_0 S (d-x) + x \epsilon \epsilon_0 S}$$

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

$$E = \frac{U}{d}; \text{ и } U = E d$$

$q_{\text{контура}} =$



$$q = -q - \epsilon E x + d$$
$$q = -q - \epsilon E x + d$$

$$E x = E' d$$

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d}$$

$$U = q / C = \frac{q d}{\epsilon S}$$

$$q = \frac{\epsilon S U}{d}$$

$$q = \frac{\epsilon S U}{d}$$

т.е. напряженность электрического поля

$$E \sim q$$

$$E = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$U = \frac{q d}{\epsilon S}$$

$$E = - \frac{d\varphi}{dx} = - \frac{dB S U}{dx}$$

(и)

$$\frac{B_0 S U}{x} = \frac{E}{x} = \frac{1}{x} \cdot \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$\frac{B_0 S U}{x} = \frac{E}{x} = \frac{1}{x} \cdot \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$\frac{B_0 S U}{x} = \frac{E}{x} = \frac{1}{x} \cdot \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$\frac{B_0 S U}{x} = \frac{E}{x} = \frac{1}{x} \cdot \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{E}{L} = \frac{1}{L} \cdot \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$\Delta \kappa V^2 = 2R \Delta T$

$Q = \Delta(pV) + \frac{i}{2} 2R \Delta T$

$Q = \kappa \Delta V^2 + \frac{i}{2} \kappa \Delta V^2 = \frac{2\kappa \Delta V^2 + i \kappa \Delta V^2}{2}, c_p 2R \Delta T$

$Q = c_m 2R \Delta T$; $A + \Delta U = 2R \Delta T + \frac{i}{2} 2R \Delta T = \frac{i+2}{2} 2R \Delta T$

$Q = c_m 2R \Delta T \Rightarrow c_m = \frac{Q}{2R \Delta T} \Rightarrow 2R \Delta T = \frac{Q}{c_m}$

(12):

$\kappa V_1^2 = 2R T_1$

$\kappa V_2^2 = 2R T_2$

$Q = (V_2 - V_1) \cdot \frac{\kappa V_2 + \kappa V_1}{2}$

$\frac{\kappa}{2} (V_2 - V_1) (V_2 + V_1) = A$

$\frac{i}{2} 2R \Delta T = c_p 2R \Delta T$; $2R \Delta T = \frac{\kappa V_2^2 - \kappa V_1^2}{2R}$

$Q = \frac{\kappa}{2} (V_2 - V_1) (V_2 + V_1) + c_p \frac{\kappa}{2R} (V_2^2 - V_1^2)$

$= (V_2^2 - V_1^2) \left(\frac{\kappa}{2} + \frac{\kappa}{2R} c_p \right)$

$Q_{23} = Q = \frac{3}{2} c_m R \Delta(T_3 - T_2) \Rightarrow c_m = \frac{Q}{R(T_3 - T_2)}$

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

$c_m (T_4 - T_1) = Q$

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

$I^2 R = \sum \varepsilon q = \varepsilon i I$

$Q = (c_m R) \frac{3}{2} T_1 (T_3 - T_2)$

$Q_{23} = \frac{3}{2} Q_{45} = \frac{3}{2} 2R (T_4 - T_1)$



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

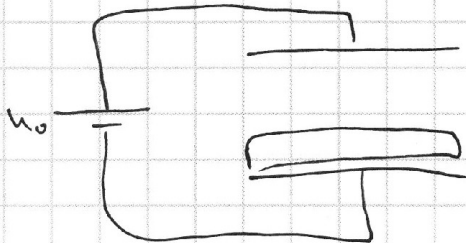
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

③

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



$$E_0 \leq \frac{U_0}{d} \leq U_0 \leq E_{0d} \neq$$

$$\neq E_0 \leq \neq$$

Из правил Кирхгофа U_0 и U_0 устанавливаются
состоянием $\Rightarrow U_0(0) \leq E_{0d} \Rightarrow U_0 \leq E_{0d} d = 2 \cdot 10^3$.

$$\cdot 12 \cdot 10^{-3} \Rightarrow 24 \text{ В}$$

Пусть $x = 8 \Rightarrow U_{\text{ист}} = U_1 + U_2$

$$C_1 = \frac{2 \epsilon_0 S}{d - x}; C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d - x} = \frac{\epsilon_0 (d - x)}{d - x}$$

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ + 56 \\ \hline 256 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 18 \\ + 18 \\ \hline 144 \\ + 18 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$U_1 = U_{\text{ист}} - E(d - x)$$

$$U = \frac{q}{C} = \frac{q}{\frac{2 \epsilon_0 S}{d - x}} = \frac{q(d - x)}{2 \epsilon_0 S} \Rightarrow E = \frac{q x}{\epsilon_0 S}$$

$$U = \frac{q}{C} = \frac{q}{\frac{2 \epsilon_0 S}{d - x}} = \frac{q(d - x)}{2 \epsilon_0 S}$$

$$U_{\text{ист}} = \frac{q}{C}$$

$$E = \frac{q x}{2 \epsilon_0 S} \Rightarrow E \leq \frac{q}{2 \epsilon_0 S} \Rightarrow \frac{q}{2 \epsilon_0 S} = \frac{U_{\text{ист}}}{d - x}$$

② $p \leq K V$; В данном случае, для лат. газа $C = 2R$

$$Q = \frac{\kappa}{2} (V_2^2 - V_1^2) + \frac{\epsilon}{2} p \Delta T = \frac{\kappa}{2} (V_2^2 - V_1^2) +$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot (\kappa V_2^2 - \kappa V_1^2) = \frac{\kappa}{2} (V_2^2 - V_1^2) \left(1 + \frac{1}{\kappa} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1 + \frac{1}{\kappa}}{2} \Rightarrow C \leq R \Rightarrow \epsilon \leq 5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{газ двух атм.} \Rightarrow C_{14} = \frac{14}{2} \Rightarrow 3,5$$



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
 _ ИЗ _

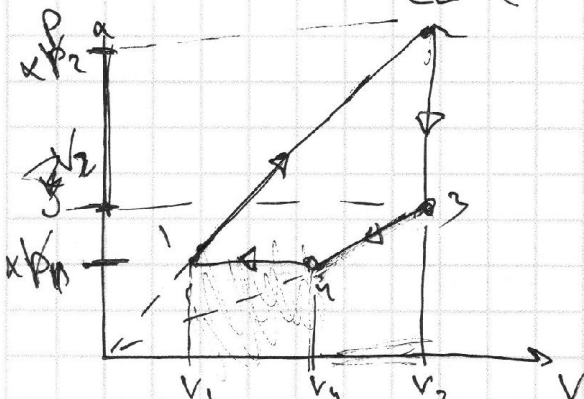
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$Q_{12} = 2R(T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} R(T_3 - T_2)$$

$$Q_{34} = 3R(T_4 - T_3)$$

$$Q_{14} = \frac{4}{22} R(T_1 - T_4)$$



$$\frac{\kappa V_1 + \kappa V_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{\kappa}{2} (V_2^2 - V_1^2) - \kappa V_1 (V_4 - V_1) -$$

$$- \left(\frac{\kappa V_1 + \kappa V_2}{2} \cdot (V_2 - V_4) \right) =$$

$$= \frac{\kappa}{2} V_2^2 - \frac{\kappa}{2} V_1^2 - \kappa V_1 V_4 + \kappa V_1^2 =$$

$$= \frac{\kappa}{2} V_2^2 + \frac{\kappa}{2} V_1^2 - \kappa V_1 V_4 = - \frac{\kappa}{2} (V_1^2 - V_2^2 + 2V_1 V_4)$$

Выразим V_1, V_2, V_4 через P, T

$$R = \kappa V$$

$$\frac{5}{2} R T_2 - \frac{5}{2} R T_1 + \frac{5}{2} R T_3 - \frac{5}{2} R T_4 +$$

$$+ (T_2 - T_1) + (T_2 - T_3) +$$

$$+ (T_4 - T_3) +$$

$$+ (T_1 - T_4) =$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{1} = \frac{1}{1}$$

подставим и исчисляем
 R_1 и $R_2 \rightarrow$
 $\rightarrow$ ответ.