



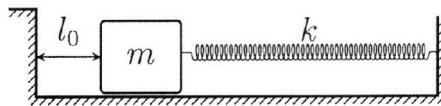
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

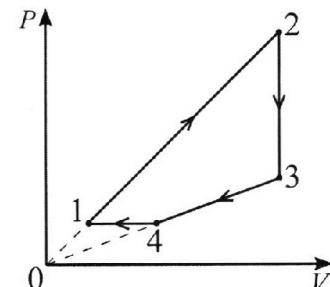
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости.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

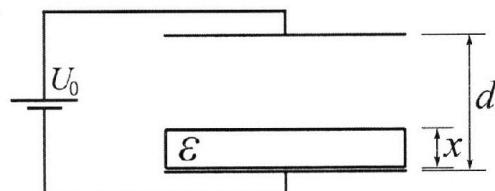
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

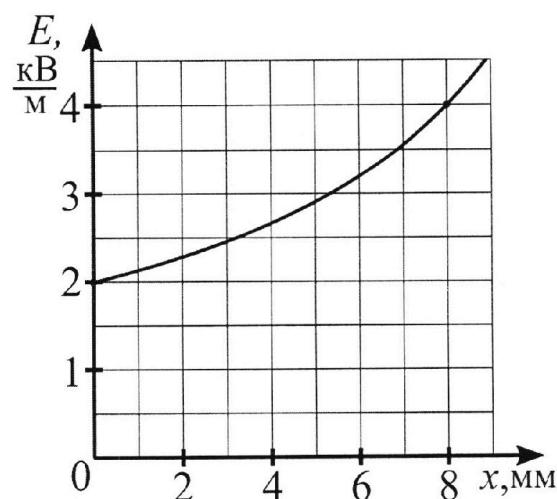


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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



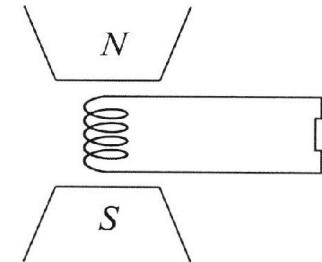
Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

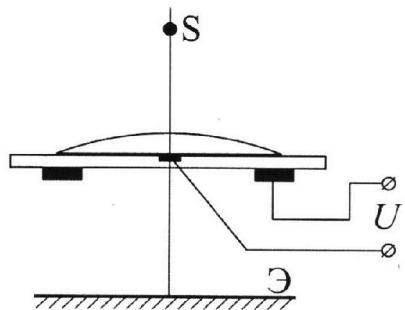
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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) Т.н. система замедляется и трещина появляется

→ энергия сохраняется. Вначале

$$E = K \left(\frac{11l_0}{4} \right)^2$$

в начальном равновесии

$$E = \frac{m\omega^2}{2} \rightarrow \frac{K \cdot 12l_0^2}{32} = \frac{m\omega^2}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \left(\omega_0 = \sqrt{\frac{2K \cdot 12l_0^2}{32m}} = \frac{11l_0}{4} \sqrt{\frac{K}{m}} \right)$$

$$\frac{E_{k0}}{E_{kисче}} \propto \frac{\omega_0^2}{\omega_{исче}^2}$$

В исчезающем ударе: $\frac{K \cdot (\frac{5}{2}l_0)^2}{2} + \frac{m\omega_{исче}^2}{2}$

$$+ \frac{Kl_0^2}{2} \rightarrow \frac{m\omega_{исче}^2}{2} = \frac{25Kl_0^2}{8} - \frac{4}{8}Kl_0^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{21}{8}Kl_0^2 = \frac{m\omega_{00}^2}{2} + \frac{Kl_0^2}{2} \rightarrow \frac{K(\frac{11}{4}l_0)^2}{2}$$

$$\frac{m\omega_{00}^2}{2} = \frac{121}{32}Kl_0^2 - \frac{16}{32}Kl_0^2 = \frac{105}{32}Kl_0^2$$

$$\frac{E_{k0}}{E_{kисче}} \propto \frac{\frac{105}{32}Kl_0^2}{\frac{21}{8}Kl_0^2} = \frac{5 \cdot 105}{4 \cdot 32 \cdot 3} = \frac{5}{4}$$

$E_{kисче} = \frac{4}{5}E_{k0}$ в исчезающем ударе

$$K\left(\frac{5}{2}l_0\right)^2 = \frac{4}{5}Kl_0^2 + \frac{m\omega_0^2}{2} + \frac{Kl_0^2}{2}$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{25}{8}Kl_0^2 - \frac{4}{8}Kl_0^2 = \frac{21}{8}Kl_0^2$$

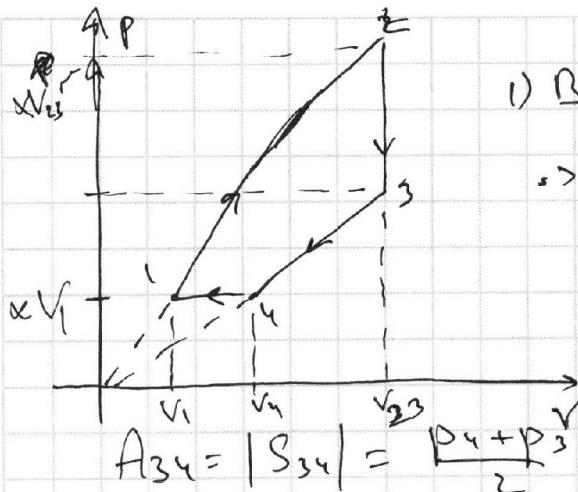
$$\frac{4}{5} \cdot \frac{21}{8}Kl_0^2 + \frac{Kl_0^2}{2} = \frac{Kx_{max}}{2} \rightarrow x_{max} = l_0 \sqrt{\frac{26}{5}}$$

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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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: $P = \alpha V \rightarrow$

\rightarrow из уравнения состояния

$$PV = \text{const}$$

$$\alpha V^2 = \text{const}$$

$$A_{34} = |S_{34}| = \frac{P_4 + P_3}{2} (V_4 - V_3) = \frac{\alpha}{2} (V_4 + V_3)(V_4 - V_3)$$

$$\rightarrow \frac{\alpha}{2} (V_4^2 - V_3^2)$$

$$\Delta U_{34} = \frac{i}{2} \text{DRT} = \frac{i}{2} (P_4 V_4 - P_3 V_3) = \frac{i}{2} (\alpha V_4^2 - \alpha V_3^2) \rightarrow$$

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

$$\rightarrow \frac{\alpha}{2} (V_4^2 - V_3^2) + \frac{i\alpha}{2} (V_4^2 - V_3^2) = \underbrace{\alpha(V_4^2 - V_3^2)}_{\text{DRT}} \left(\frac{i+1}{2} \right) \rightarrow$$

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

$\rightarrow C_{34} = 3R = \frac{i+1}{2} R \rightarrow i \leq 5$, значит

газ однокомпонентный \rightarrow в изобарическом процессе

И: $C = \frac{i+2}{2} R = \frac{5+2}{2} R = \frac{7}{2} R$

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

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

$$\text{Адиабада} = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) - \frac{\alpha}{2} (V_4^2 - V_3^2) - \alpha V_1 (V_1 - V_4) \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{\alpha}{2} V_2^2 - \frac{\alpha}{2} V_1^2 - \frac{\alpha}{2} V_3^2 + \frac{\alpha}{2} V_4^2 + \alpha V_1^2 - \alpha V_1 V_4 \rightarrow$$

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**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$-\frac{\kappa_{12}V_1^2}{2} + \frac{\kappa_{12}V_1^2}{2} - \frac{\kappa_{34}V_3^2}{2} + \frac{\kappa_{34}V_4^2}{2} - \kappa_{12}V_1V_4 \quad (1)$$

$$A_{14} = \vartheta R (\tau_4 - \tau_1), \quad \frac{\tau_4}{\tau_1} \geq \frac{5}{7} \Rightarrow \tau_4 \geq \frac{5\tau_1}{2}$$

$$A_{14} = \vartheta R \left(\frac{3}{2} \tau_1 \right) \geq \frac{3}{2} \vartheta R \tau_1$$

$$Q_{14} = Q \leq \frac{3}{2} \vartheta R \tau_1 + \frac{5}{2} \vartheta R (\tau_4 - \tau_1) \leq \frac{3}{2} \vartheta R \tau_1 + \frac{15}{4} \vartheta R \tau_1,$$

$$\Rightarrow \frac{21}{4} \vartheta R \tau_1 \leq \vartheta R \tau_1 \leq \frac{4Q}{21R}$$

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

$$B \text{ процесс } 231 \quad Q \leq \frac{5}{2} \vartheta R \Delta T = \frac{5}{2} \vartheta R (\tau_3 - \tau_2) \leq$$

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

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

Подставив в ур-ие (1) ~~усл~~

$$(с учётом \frac{\tau_4}{\tau_1} \geq \frac{V_4}{V_1} \Rightarrow V_4 \leq \frac{5V_1}{2} \Rightarrow V_1 \leq \frac{2V_4}{5})$$

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

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

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

$$\frac{\frac{5}{2} \kappa_{34} V_4^2}{2} \leq \frac{50}{84} Q \Rightarrow \frac{25}{84} Q = \frac{\kappa_{34} V_4^2}{2} \leq \frac{5}{21} Q$$

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

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



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!

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

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

$$3) \eta \leq \frac{A}{Q_R}, \quad Q_{res} = \alpha (V_2 - V_1) \cos \theta$$

$$\rightarrow \cancel{3x12} \quad Q_{res} = Q_R \cdot \alpha_{12} (V_2^2 - V_1^2) \cdot 3 = 3 \times 12 V_2^2 - 3 \alpha_{12} V_1^2$$

✓

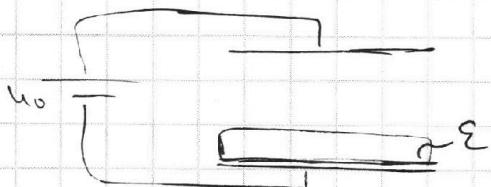


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



В шаге изображено схема решения

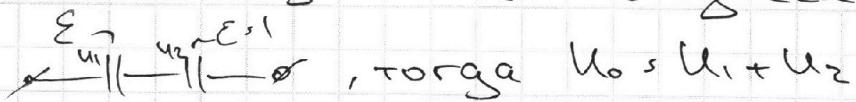
написание U_0 и U_1 :

в канале $U_0 = E_0 d$, когда диэлектрика нет

$$(\text{из графика } E_0 = \frac{2kV}{m}) \Rightarrow U_0 = 2 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 24V$$

Когда внутри появился диэлектрик, то можно рассмотреть систему из двух

параллельных конденсаторов:



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

$$E_0 = \frac{U_0 - E_0(d-x)}{x}; \text{ возьмём точку}$$

$$(4 \frac{kV}{m} : 8mm) \text{ из графика}$$

$$E_0 = \frac{24 - 4 \cdot 10^3 (12 - 8) \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3}} = \frac{8}{8 \cdot 10^{-3}} = 10^3$$

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

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

Ответ $1/\epsilon = 4$

$$1) U_0 = 24V$$

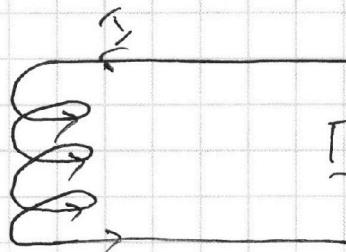


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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

$$\mathcal{E}_L = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \sim \text{для 1ого витка}$$

$$\rightarrow \text{для 1ого витка } \mathcal{E}_L - n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -n \frac{(0 - B_0)}{L} \cdot S_1 =$$

$$\rightarrow \frac{B_0}{L} n S_1 \rightarrow I_1 \rightarrow \frac{\mathcal{E}_L}{R} \rightarrow R = \frac{\mathcal{E}_L}{I_1} = \frac{B_0}{L} \frac{n S_1}{I_1}$$

Рассмотрим систему в произвольный момент

$$t: \mathcal{E}_L - n \frac{(B - B_0)}{L} S_1 = -L \frac{dI}{dt} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} \frac{n S_1}{L} \rightarrow R = \frac{\mathcal{E}_L}{I_1} \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_L}{R} = \frac{dI}{dt} = \frac{B_0}{L} \frac{n S_1}{I_1}$$

$$\frac{I_1 - 0}{t} = \frac{0 - B_0}{L} \frac{n S_1}{I_1} \rightarrow I_1 = -B_0 \frac{n S_1}{L} \rightarrow$$

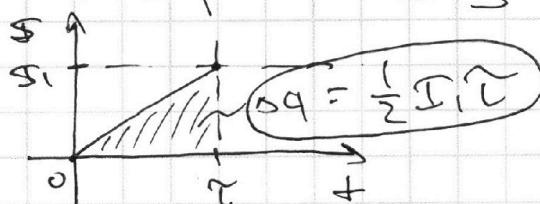
$$\rightarrow L \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{B_0 n S_1}{I_1}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{B_0}{L} \cdot \frac{n S_1}{I_1} = \frac{B_0}{L} \cdot \frac{n S_1}{-B_0 \frac{n S_1}{L}} = \frac{B_0}{L}$$

$$\text{Из (1): } \frac{dI}{dt} = \frac{B_0}{L}$$

Т.к. ток в катушке убывает линейно

$\rightarrow \Delta q$ — площадь между графиком $I(t)$



Т.к. ток убывает линейно

\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 ($\frac{dI_1}{dt} = \text{const}$ во всем
процессе выполнения) \Rightarrow

\Rightarrow в) геометрия I_1

$\tan \alpha > \frac{\Delta I_1}{\Delta t} > \frac{I_1}{t}$

- Ответы 1) $\frac{I_1}{t}$
2) $\frac{1}{2} I_1 t$
3) $L = \frac{\text{Вон} I_1}{I_1}$



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.

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

$$1) \text{ Для линзы } \frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \text{ т.н.}$$

одна из сторон линзы назначена $s >$

$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow F = \frac{R}{n-1} = \frac{R}{0,4}$$

$R_1 = R_2 \rightarrow R \text{ от } 0 \text{ и является чистой.}$

$$U_1, s \in B: \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{0,4}{R_1} = \text{для } R_1 = a_1 = R_2$$

$$R_1 = \frac{0,4 a_1 a_2}{a_1 + a_2} = \frac{0,4 \cdot 12 \cdot 18 \cdot 10^{-2}}{30 - 12} = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$= \frac{2,4 \cdot 10^{-2}}{2,4 \cdot 10^{-2}} = 1,0 \text{ м}$$

$$= \frac{0,42 \cdot 0,4}{10} = 0,0288 \approx 2,9 \text{ см}$$

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

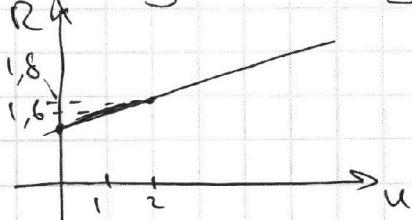
$$\Rightarrow R_1 = \frac{0,4 a_1 a_2}{a_1 + a_2} = \frac{0,4 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 10^{-4}}{18 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-2} = 1,6 \text{ см}$$

$$U_2 \in B, R_2 = \frac{0,4 a_1 a_2}{a_2 + a_1} = \frac{0,4 \cdot 18 \cdot 6 \cdot 10^{-4}}{24 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= \frac{3,6 \cdot 10^{-2}}{2} = 1,8 \text{ см}$$

Тогда из двух точек графики



Тогда в точке пересечения графиков есть R_B

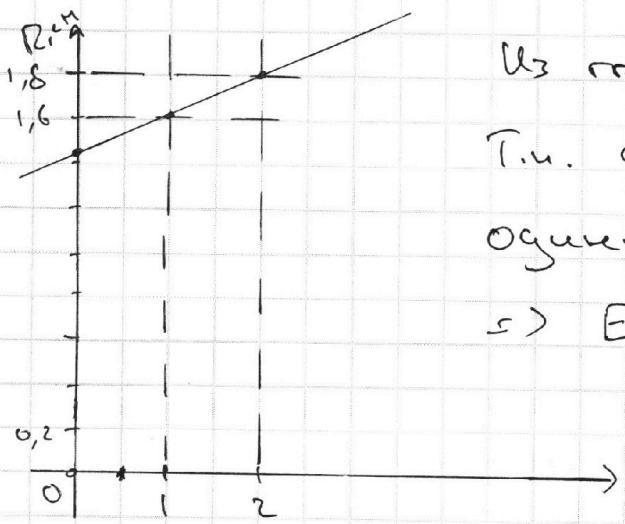


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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.н. светосужд измущает
одинаковую мощность

$$\Rightarrow E_r = \frac{\epsilon_{el} \cdot S}{t}$$

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

При наименее u имеем следее $R_1 \approx 1,6 \text{ см}$

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

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

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

$$\text{Ответ: 1) } P \approx \frac{R}{u-1}$$

$$2) R_0 \approx 1,42 \text{ см}$$

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

L**L**

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!

L**L**

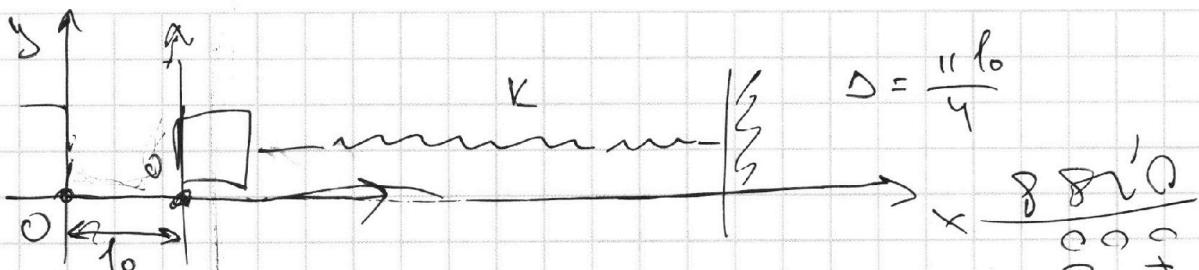


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

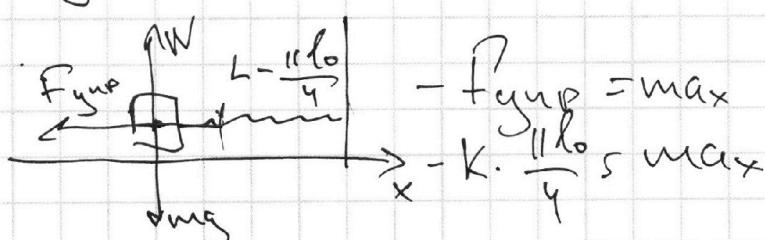
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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



Рассмотрим L -длину \rightarrow Δx



$$\begin{array}{r} 8820 \\ 000 \\ 882 \\ \hline 2200 \end{array}$$

$$x'' + \frac{4K}{m} x = 0 \quad \text{При } \omega = \sqrt{\frac{4K}{m}} \text{ имеем } \omega = \sqrt{K \frac{\Delta x^2}{l_0}}$$

$$x'' + \frac{4K}{m} x = 0 \quad \text{при } \omega = \sqrt{\frac{4K}{m}} \Delta x$$

$$\frac{E_{kin, 0}}{E_{kin, нач}} = x = \frac{x_0}{\sqrt{1 - \frac{x_0^2}{l_0^2}}} \quad \oplus \text{ по моменту исхода}$$

$$K \frac{l_0^2}{2} + \frac{m x_0^2}{2} =$$

Начальная энергия

$$x'' + \frac{4K}{m} x = 0 \Rightarrow x = x_0 \cos(\omega t)$$

$$x'' + \frac{4K}{m} x = 0 \Rightarrow x = x_0 \cos(\omega t)$$

$$-\frac{4}{m} x \sin(\omega t) \rightarrow + \omega \cos(-\frac{4}{m} t) \cdot \frac{m}{K}$$

$$\frac{m \omega^2}{2} = Q + \frac{K x_0^2}{8} \rightarrow Q = \frac{m}{2} \cdot \left(\frac{11l_0}{4} \right)^2 - \frac{m \omega^2}{8} l_0^2$$

$$\frac{m \omega^2}{2} = 2Q + K x_{\min}$$

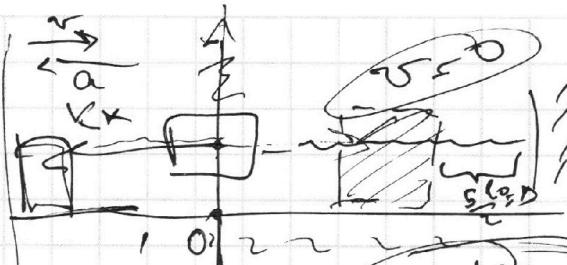


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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



$$ma = kx \sin \theta \quad a \sin \frac{kx}{m}$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = a \sin \theta + \frac{1}{2} k x^2$$

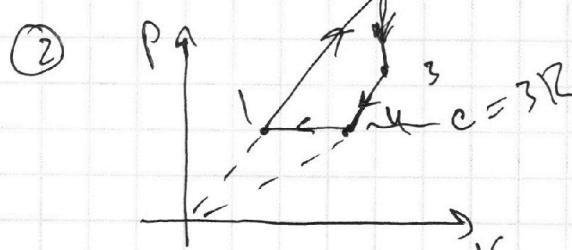
$$\theta = \arccos \left(-\frac{x}{a} \right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$

на другую сторону:

$$\frac{m \ddot{x}}{2} + \frac{k x^2}{2} = \frac{K l^2}{2}$$

то $\ddot{x} = 2 \ddot{x}$

$$2 \frac{m \ddot{x}}{2} + 1 \frac{k}{2} \cdot \frac{dx}{dt} = 1 \frac{k}{2} \frac{dl}{dt}$$



$$P_3 V_3 = P_1 V_1 \Rightarrow P_3 = P_1$$

$$P_1 V_1^2 = P_1 R T_1$$

$$P_1 V_2^2 = P_1 R T_2 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2}$$

$$Q_{34} = 3/2 \cdot (T_4 - T_3)$$

$$Q_{41} = C_1 \cdot (T_1 - T_4)$$

$$C_1 \cdot \left(\frac{2T_4}{5} - T_4 \right) = C_1 \cdot \frac{3}{5} T_4$$

$$Q_1 = \frac{5 Q_{41}}{3 R T_4} = \frac{5 Q}{3 R T_4}$$

$$\text{из: } P = \alpha V$$

$$\alpha V_1^2 = P_1 R T_1$$

$$\alpha V_2^2 = P_1 R T_2$$

$$\frac{\alpha V_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{\alpha V_2}{P_3} = \frac{\frac{V_2^2}{V_1^2}}{\frac{P_1}{P_3}} = \frac{\alpha V_2^2}{\alpha V_1^2}$$

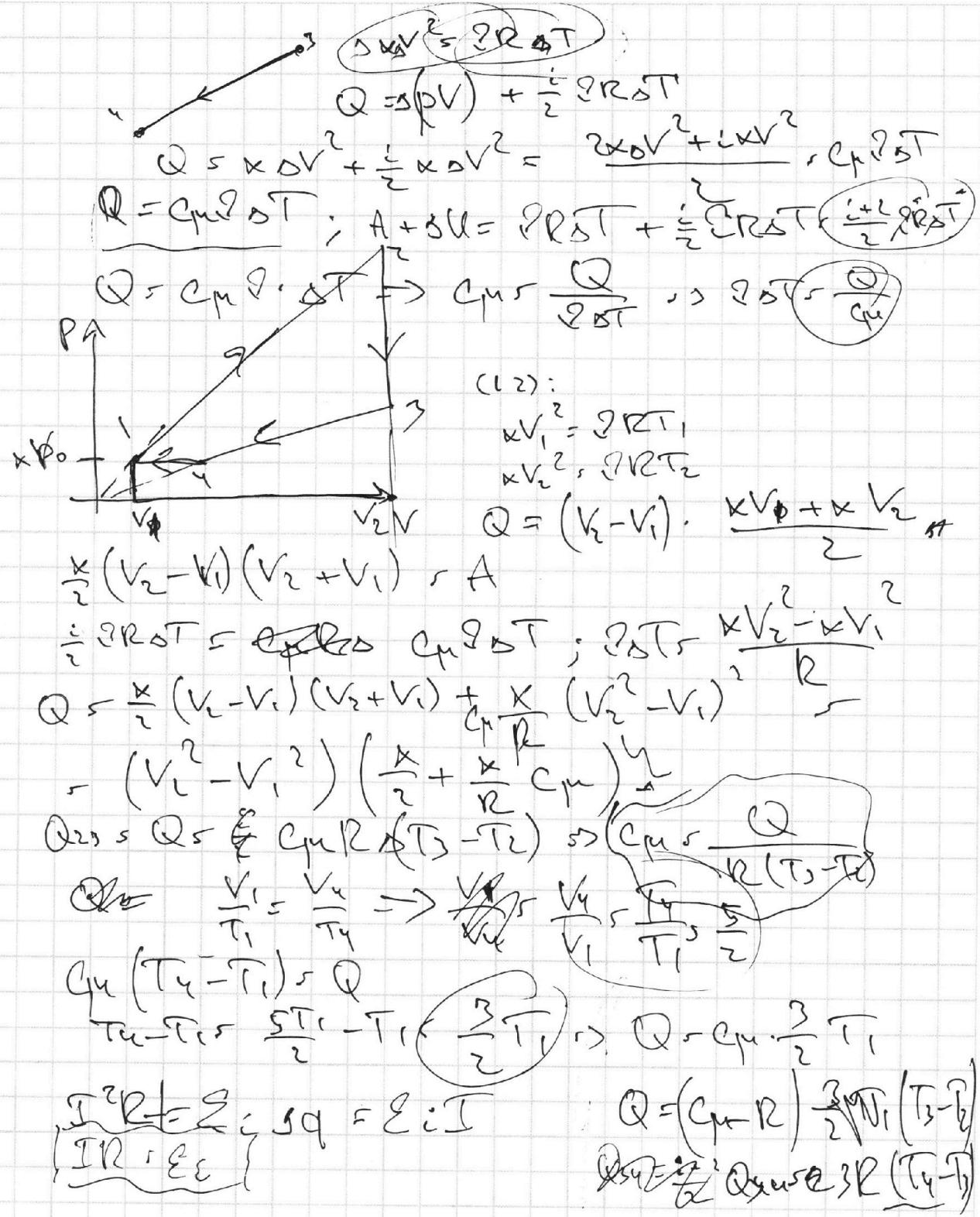
$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} \Rightarrow T_2 = \frac{2T_4}{5}$$



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**.

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**.

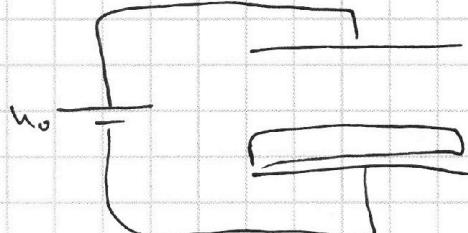
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

$$E(0) = 2 \frac{V_B}{m}$$



$$U_0 \xrightarrow{d} \frac{U_0}{d} \xrightarrow{\epsilon_r} U_0 \xrightarrow{\epsilon_r} E_0 d \text{ at } d$$

$$\cancel{E_0} \cancel{d} \quad \cancel{d}$$

{ Из правил Кирхгофа U_C, U_0 в установившемся состоянии $\Rightarrow U_0(E_0 d) = U_0 \cdot E_0 d = 2 \cdot 10^3$.

$$12 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad 24 V$$

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

$$C_1 = \frac{2 \epsilon_0 S}{d - x}; C_2 = \frac{2 \epsilon_0 S}{d - x} = \frac{1}{R(d - x)}$$

$$\frac{12}{256} \frac{18}{144} \frac{18}{144} \frac{18}{144}$$

$$U_1 = U_{\text{ист}} - \frac{1}{R(d - x)} \quad \left| \begin{array}{l} U_1 = \frac{1}{R(d - x)} \\ U_1 = \frac{1}{R(d - x)} \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} U_1 = \frac{1}{R(d - x)} \\ U_1 = \frac{1}{R(d - x)} \end{array} \right.$$

$$I = \frac{U_1}{R} = \frac{1}{R(d - x)} \quad I = \frac{1}{R(d - x)}$$

$$dE = \frac{q}{2C} \xrightarrow{q = \frac{1}{2} C U} \frac{1}{2} C U = \frac{1}{2} \cdot 144 \cdot 12 = 864$$

$$(2) P \leq KV; \text{ В зависимости от } K \text{ и } R, \text{ имеем } C = 2R$$

$$Q = \frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) + \frac{1}{2} R \Delta t = \frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) +$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot (KV_2 - KV_1) = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (1 + \frac{K}{2}) \Delta t$$

$$\xrightarrow{1 + \frac{K}{2} = 2} C = 2R \quad \left| \begin{array}{l} C = 2R \\ K = 5 \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} C = 2R \\ K = 5 \end{array} \right.$$

$$\rightarrow \text{расход } 24 \text{ A.} \quad \rightarrow C = \frac{1}{2} \cdot 144 = 3,6 \text{ F}$$



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 7СТРАНИЦА
_ ИЗ _

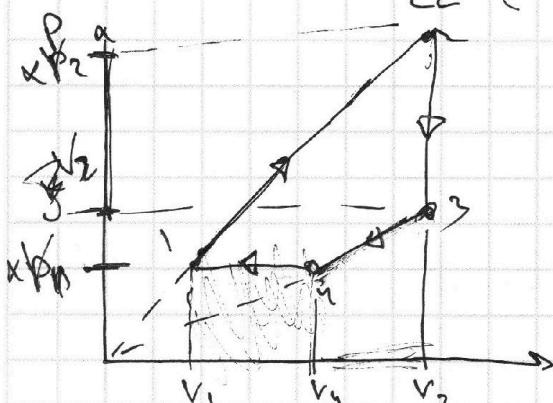
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$Q \propto -\kappa U$$

$$Q_{12} \propto 2R (T_2 - T_1); Q_{23} \propto \frac{5}{2} R (\tilde{T}_3 - \tilde{T}_2)$$

$$\therefore Q_{12}; Q_{34} \propto 3R (\tilde{T}_4 - \tilde{T}_3)$$

$$Q_M = \frac{\kappa}{2} R (T_1 - T_4)$$



$$\kappa V_1 + \kappa V_2 \cdot (V_2 - V_1) \propto$$

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

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

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

~~Возьмем V1, V2, V3, V4 и решим~~

$$R_s \propto V$$

$$\frac{5}{2} R T_L - \frac{\sum Q R T_i}{2} + \frac{\sum Q R T_j}{2}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R}$$

Поставим и решим

$$R_1 \cup R_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{окр.}$$