



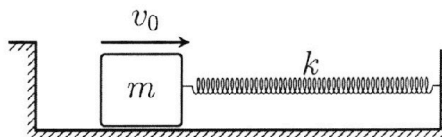
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



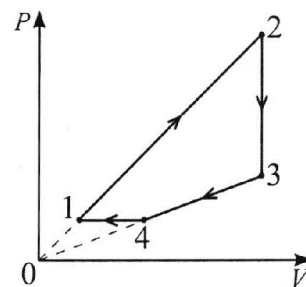
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью v_0 . В момент времени $t_0 = 0$ телу в положении равновесия придают скорость $23v_0/9$, направленную к стене. После первого удара тела о уступ тело проходит положение равновесия со скоростью $7v_0/3$. 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 максимальное сжатие пружины до первого удара.
- 2) Определите скорость прохождения телом положения равновесия после второго удара.
- 3) В какой момент времени t_1 тело пройдет положение равновесия после первого удара?

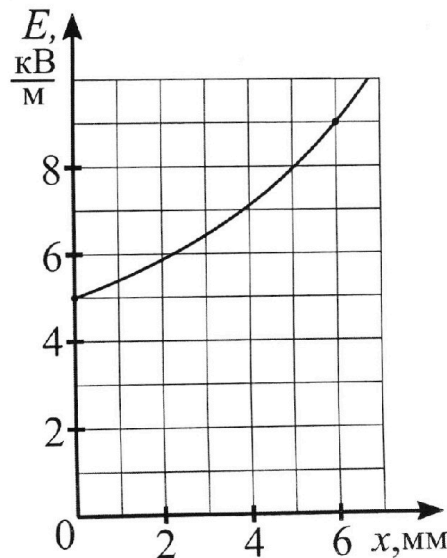
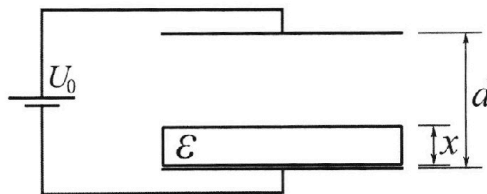
В ответах допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоемкость газа в процессе 1-2 равна $C = 7R/2$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_2/T_3 = 12/5$.



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

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 9$ 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.



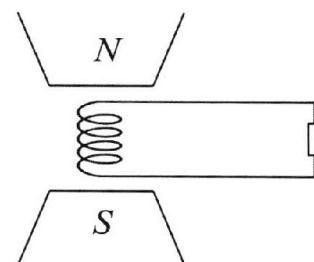
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



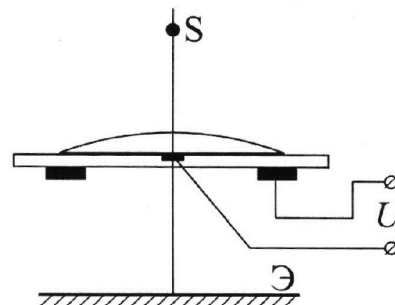
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/4$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через катушку от момента, когда ток в катушке был I_1 , до момента, когда ток через катушку станет нулевым.
- 3) Найти начальную индукцию B_1 внешнего магнитного поля.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ 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 $b = 24$ 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. При нулевом напряжении радиус кривизны $R_0 = 2$ см. При напряжении U_1 на экране получено изображение светодиода с увеличением $\Gamma_1 = 5/3$, а при напряжении U_2 получено изображение с увеличением $\Gamma_2 = 1/3$.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите U_2/U_1 .
- 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
☐

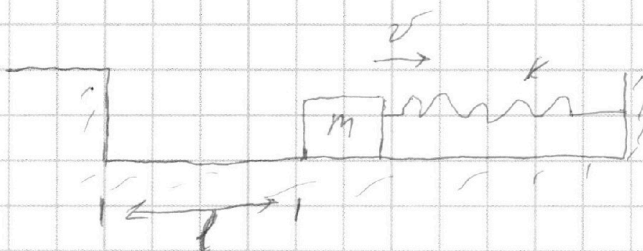
7
☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!

N 1



- 1) Нет диссипативных сил (только консервативные) $\Rightarrow$ выполняется ЗСЭ для груза в промежутках между ударами.

Запишем ЗСЭ для $t_0 = 0$ и момента максимального сжатия пружины ($v = 0$)

$$\frac{m}{2} \cdot \left(\frac{23}{9}\right)^2 v_0^2 = \frac{k x_{m1}}{2}, \text{ где } x_{m1} - \text{максимальное сжатие до первого удара.}$$

$$x_{m1} = \sqrt{\frac{m}{k} \left(\frac{23}{9}\right)^2 v_0^2} = \frac{23 v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} - \text{ответ на первый пункт.}$$

- 2) Определим коэф. отражения кин. энергии тела до и после удара, которое поставлено по условию:

$$K = \frac{E_k'}{E_k} \stackrel{\text{const}}{=} 1, \text{ где } E_k' - \text{кин. энергия после удара, } E_k - \text{кин. энергия до удара.}$$

ЗСЭ для t_0 и момента до первого удара.

$$E_{k1} = E_{k0} - E_n, \text{ где } E_{k0} - \text{кин. энергия в начале отсчёта, } E_n - \text{пот. энергия у стенки.}$$

По условию: $E_n = \frac{m v_0^2}{2}$

$$E_{k1} = \left(\frac{23 v_0}{9}\right)^2 \cdot \frac{m}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{498 m v_0^2}{81 \cdot 2}$$



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

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!

из ЗСЭ для маятника сразу после первого удара и перехода положения равновесия:
 $E_{k1} = E_{k02} - E_n$, E_{k02} - кин. энергия в нач.-м равновесии после первого удара.

$$E_{k1} = \left(\frac{7}{3} v_0\right)^2 \frac{m}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{40}{9.2} m v_0^2$$

$$\left(k = \frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \left(\frac{448 m v_0^2}{81.2} \right) \cdot \left(\frac{9.2}{40 m v_0^2} \right) = \frac{56}{45} \right) = \frac{45}{56}$$

из ЗСЭ для одного положения тела между первым и вторым ударами.

$E_{k2} = E_{k1}$, E_{k2} - энергия тела до второго удара.

$$E_{k2} = k \cdot E_{k1} = \frac{40}{9.2} m v_0^2 \cdot \frac{56}{45} = \frac{45}{56} = \frac{25}{14} m v_0^2$$

ЗСЭ для маятника сразу после 2-ого удара и прекращения положения равновесия:

$E_n + E_{k03} = E_{k2}$, где E_{k03} - кин. энергия в нач.-м равновесии после второго удара.

$$E_{k03} = \frac{25}{14} m v_0^2 - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{18}{7.2} m v_0^2 \Rightarrow$$

скорости v_2 при прекращении телом положения равновесия:

$$v_2 = \sqrt{\frac{18}{7}} v_0 = 3 v_0 \sqrt{\frac{2}{7}} = \frac{3 v_0 \sqrt{14}}{7}$$

Ответ на пункт 2)

3) ^{известно} ~~Знаем~~, что ω -цикл. частота ~~пу~~ пружинного маятника постоянна и равна $\sqrt{\frac{k}{m}}$

Если этот, если взять начало координат и начало отсчёта в ~~точке~~ положении равновесия, то координата будет изм-ся по закону: $x(t) = x_m \cos(\omega t)$, где x_m - амплитуда колебаний.



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~~ 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!

Ответ: 1) $\frac{23\sqrt{5}\sqrt{m}}{9}$

2) $\frac{32\sqrt{5}\sqrt{m}}{7}$

3) $\sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi + \arccos\left(\frac{9}{23}\right) + \arccos\left(\frac{7}{3}\right) \right)$



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
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!

~~t_1~~ $t_1 = \frac{1}{2} T_1 + t_0 + t_2$, где T_1 - период колебаний до первого удара
 t_0 - время от момента равновесия до удара
 t_2 - время от удара до н.р.

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$l = x_{m1} \cos(\omega t_0) \Rightarrow t_0 = \frac{l}{x_{m1} \omega} = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{l}{x_{m1}}\right)$$

$$\frac{k l^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \text{ - из условия (ЗСЗ для амплитуды и кол. равн.)}$$

$$l = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0$$

$$t_0 = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{\sqrt{\frac{m}{k}} v_0}{\frac{9}{23} v_0 \sqrt{\frac{k}{m}}}\right) = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{9}{23}\right)$$

~~t_2~~ $t_2 = \frac{l}{x_{m2} \omega} = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{l}{x_{m2}}\right)$, где x_{m2} - амплитуда колеб. после первого удара.

$$\frac{k x_{m2}^2}{2} = \frac{m \left(\frac{4}{3} v_0\right)^2}{2} \text{ - ЗСЗ для энергии сразу после амплитуды и кол. равн. после первого удара.}$$

$$x_{m2} = \frac{4}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$t_2 = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{l}{x_{m2}}\right) = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{7}{3}\right)$$

$$t_1 = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{9}{23}\right) + \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{7}{3}\right) = \frac{1}{\omega} \left(\pi + \arccos\left(\frac{9}{23}\right) + \arccos\left(\frac{7}{3}\right) \right)$$

Одверн на
пункт 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
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!

$$2) \frac{P_3}{kV_1} = \frac{P_1}{V_4}, \text{ так как прямо-проп. зав-ть,}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{k^2 P_1 V_1}{k V_1 \cdot P_3} = \frac{12}{5} \Rightarrow P_3 = \frac{5k}{12} P_1$$

$$\frac{5kP_1}{12 \cdot kV_1} = \frac{P_1}{V_4} \Rightarrow V_4 = \frac{12k^2 V_1}{5}$$

$$Q_{14} = -Q = A_{41} = \dot{U}_{41} = P_1(V_4 - V_1) = -\frac{7}{5} P_1 V_1 = -\frac{28}{5} P_1 V_1$$

$$Q_{23} = -Q = \dot{U}_{23} = 3kV_1(T_3 - T_2) = 3kV_1(P_3 - P_2) = 3kV_1 P_1 \left(\frac{5k - 12k}{12} \right) = -\frac{7}{4} P_1 V_1 k^2$$

$$-\frac{28}{5} P_1 V_1 = -\frac{7}{4} P_1 V_1 k^2$$

$$k = \frac{4}{5}$$

$$A_{\Sigma} = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = A_{12} + A_{34} + A_{41}$$

$$A_{34} = \frac{(P_1 + P_3)(V_4 - V_3)}{2} = \frac{(P_1 + \frac{5k}{12} P_1)(\frac{12}{5} V_1 - kV_1)}{2}$$

$$= \frac{P_1 V_1 (1 + \frac{5}{12} k)(\frac{12}{5} - k)}{2}$$

$$A_{41} = -\frac{7}{5} P_1 V_1$$

$$A_{\Sigma} = \frac{P_1 V_1 (k^2 - 1)}{2} + \frac{P_1 V_1 (1 + \frac{5}{12} k)(\frac{12}{5} - k)}{2}$$



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
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!

$$Q_{23} = -Q = \Delta U_{23} = 3 \nu R (T_3 - T_2) = 3 \kappa V_1 \left(\frac{5}{12 \kappa} p_1 - \kappa p_1 \right) =$$

$$= 3 p_1 V_1 \left(\frac{5}{12} - \kappa^2 \right)$$

$$Q_{14} = -Q = A_{14} + \Delta U_{14} = -p_1 (V_4 - V_1) + \Delta U_{14} = -p_1 V_1 \left(\frac{12 \kappa^2 - 1}{5} \right) + \Delta U_{14}$$

$$\frac{12 p_1 V_1 \left(\kappa^2 - \frac{5}{12} \right)}{5} =$$

$$= -p_1 V_1 \left(\frac{12 \kappa^2 - 1}{5} \right) + 3 \nu R (T_1 - T_4) =$$

$$= -p_1 V_1 \left(\frac{12 \kappa^2 - 1}{5} \right) + 3 \nu R p_1 V_1 \left(1 - \frac{12 \kappa^2}{5} \right) = p_1 V_1$$

т. к. $Q_{23} = Q_{14} \rightarrow \Delta U_{23} = \Delta U_{14} + A_{14}$

$$3 \nu R (T_3 - T_2) = 3 \nu R (T_1 - T_4) - p_1 (V_4 - V_1)$$

после нек. преобразований.

$$\frac{3}{5} \kappa^2 = 4$$

$$\kappa = \frac{4}{\sqrt{3}}$$

$$A_2 = A_{12} + A_{34} + A_{41} = \frac{p_1 V_1 (\kappa^2 - 1)}{2} - \frac{12 p_1 V_1 \left(1 - \left(\frac{5}{12} \right) \kappa^2 \right)}{5} -$$

$$- \frac{7}{5} p_1 V_1 = p_1 V_1 \left(\frac{11}{10} - \frac{12}{10} \cdot \left(1 - \frac{25}{9} \cdot \frac{16}{5} \right) - \frac{7}{5} \right) =$$

$$= p_1 V_1 \left(\frac{11}{10} - \frac{12}{10} \cdot \frac{4}{9} - \frac{7}{5} \right) = p_1 V_1 \left(\frac{33 - 16 - 42}{30} \right) =$$

$$= p_1 V_1 \frac{25}{30} = \frac{5}{6} p_1 V_1 \frac{9}{6} = \frac{Q}{(12 \kappa^2 / 5 - 1)} = \frac{Q}{25}$$



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
☐

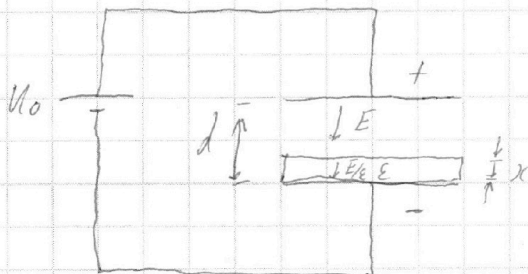
5
☐

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!



Запомним, что разность потенциалов между обкладками постоянна и равна U_0 .

E - констр-та эл. поля в диэлектрике (из стр-еделения E)

Следовательно, что

$$U_0 = E(d-x) + \frac{E}{\epsilon} \cdot x$$

- т.к. в воздухе и в диэлектрике $\vec{E} = \text{const}$

1) Рассмотрим точку на графике ($x = 0$; $E_0 = 5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$)

$$U_0 = E_0 d \quad (x=0)$$

$$U_0 = 5 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ В} = 45 \text{ В.} \quad \text{- Ответ на пункт 1)$$

2) Рассмотрим другую точку на графике ($x_1 = 6 \text{ км}$; $E_1 = 9 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$)

$$U_0 = E_1(d-x_1) + \frac{E_1}{\epsilon} x_1 \quad | : E$$

$$\epsilon U_0 - E_1(d-x_1) = E_1 x_1$$

$$\epsilon = \frac{E_1 x_1}{U_0 - E_1(d-x_1)}$$

$$\epsilon = \frac{E_1 x_1}{U_0 - E_1(d-x_1)}$$

$$\epsilon = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{45 - 9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = \frac{54}{18} = 3$$

Ответ: 1) $U_0 = 45 \text{ В.}$

2) $\epsilon = 3$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

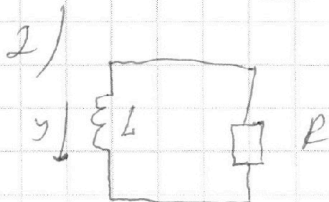
1 из 2

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) т.к. ток возрастает линейно, то скорость его возрастания постоянна и равна

$$y' = \frac{y_1 - y_0}{\tau}, \text{ где } y_0 = 0 \text{ - начальный ток.}$$

$$y' = \frac{y_1}{\tau} \text{ - Ответ на пункт 1}$$



Видно, что $-U_L = U_R = yR$ - в любой момент времени.

$U_L = L y'$ - т.к. внешнего поля уже нет (U_L - напр-ие на катушке).

$$-L \frac{dy}{dt} = yR \quad \left(y = \frac{dq}{dt} \right)$$

$$-L dy = dq R$$

Интегрируем полученное выражение от момента, когда ток равен y_1 до момента его затухания.

$$-L \int dy = R \int dq \rightarrow -L(0 - y_1) = R(q - 0)$$

$$L y_1 = R q \Rightarrow q = \frac{L y_1}{R} \text{ - Ответ на пункт 2.}$$



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
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!

$$3) \quad \Phi = +L \dot{\gamma} + S_1 n B$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = +L \ddot{\gamma} + S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$d\Phi = +L d\dot{\gamma} + S_1 n dB$$

$$\text{Ско 3-ку Параллель: } U_L = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$-U_L dt = +L d\dot{\gamma} + S_1 n dB$$

Средненизуем полученное выражение от $t=0$ до $t=\tau$

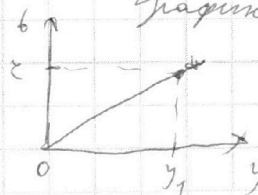
$$\text{Суммарно } U_L = -\dot{\gamma} R \quad (\text{из 2-ого пункта})$$

$$R d\dot{\gamma} = +L d\dot{\gamma} + S_1 n dB$$

Средненизуем полученное выражение от $t=0$ до $t=\tau$

$$R \dot{\gamma} - L \dot{\gamma} = -S_1 n B_1, \quad \dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{dt} - \text{мощность под графиком } \gamma(t)$$

$$\dot{\gamma} = \frac{\gamma_1}{\tau}$$



-(как возр-стание линейно от 0 до γ_1)

$$B_1 = \left(L \dot{\gamma} - \frac{R \dot{\gamma} \tau}{2} \right) \frac{1}{S_1 n}$$

$$B_1 = \frac{\gamma_1}{S_1 n} \left(L - \frac{R \tau}{2} \right)$$

- Ответ ко пункту 3.

$$\text{Ответ: } 1) \frac{\gamma_1}{\tau}; \quad 2) \frac{L \gamma_1}{R}; \quad 3) \frac{\gamma_1}{S_1 n} \left(L - \frac{R \tau}{2} \right)$$



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!

N 5

$$1) \quad Q = (n-1) \left(\frac{1}{\infty} + \frac{1}{R} \right) = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R} \right) \Rightarrow \boxed{F = \frac{R}{n-1}} \quad \text{— Ответ}$$

ка пунктом
1

2)

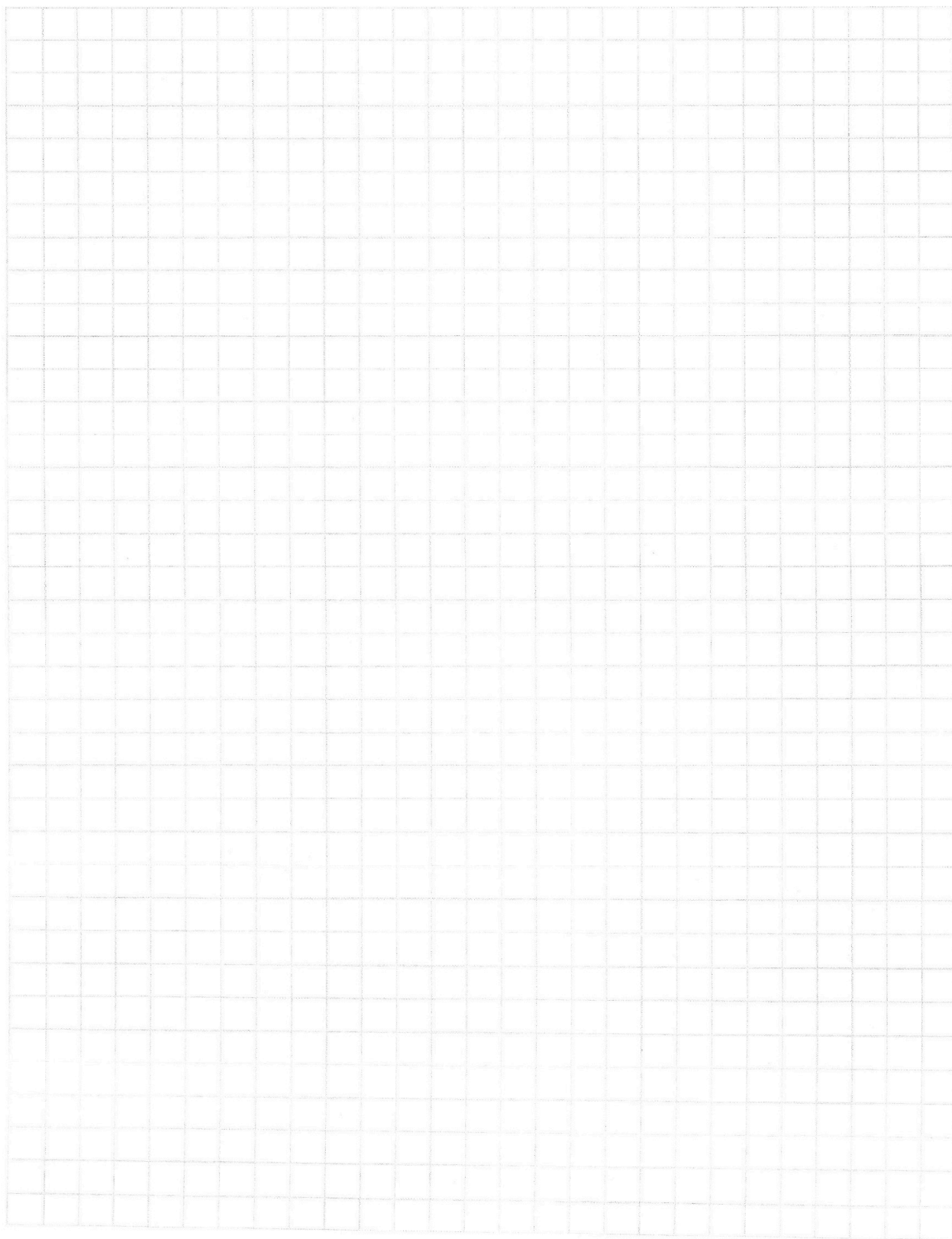


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





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!

$$K = \frac{56}{45} = \frac{V_2^2}{V_2^2}$$

$$V_2^2 = \frac{40}{9} V_0^2$$

$$V_2^2 = V_2^2 \cdot \frac{45}{56} = \frac{40}{9} \cdot \frac{45}{56} V_0^2 = \frac{25}{7} V_0^2$$

$$V_{p2} = \frac{25}{7} V_0^2 + V_0^2 = \frac{32}{7} V_0^2 - \text{Приведен к 2}$$

$$3) \frac{3T_1}{4} + \frac{1T_2}{4}$$

3) Круги колеблются!

$$x = x_m \cos(\omega t)$$

~~Скорость~~

$$\frac{m V^2}{2} + \frac{K x^2}{2} = \text{const}$$

$$\frac{2m V a}{2} + 2K V x = \text{const} \cdot 0$$

$$m a + K x = 0$$

$$a + \frac{K}{m} x = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$x = x_m \left(\sqrt{\frac{K}{m}} t \right)$$

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

$$T_0 = \frac{1}{2} T + t = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{K}} + \sqrt{\frac{m}{K}} \arccos\left(\frac{9}{23}\right) + t_2$$

$$x_m^2 = \left(\frac{23}{9}\right)^2 \frac{V_0^2 m}{K}, \quad x_m = \frac{23 V_0 \sqrt{m}}{9 \sqrt{K}}$$

$$\sqrt{\frac{m}{K}} V_0 = \frac{23 V_0 \sqrt{m}}{9 \sqrt{K}} \cos\left(\sqrt{\frac{K}{m}} t\right)$$

$$\frac{9}{23} = \cos\left(\sqrt{\frac{K}{m}} t\right)$$

$$t = \sqrt{\frac{m}{K}} \arccos\left(\frac{9}{23}\right)$$

ГОТОВО, КРАЧ



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.

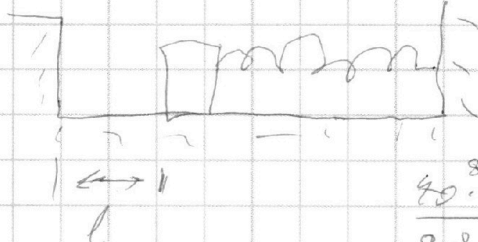
1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

N1. m, k

$$v_0 = \frac{442}{705} \cdot 56$$



$$49 v_0^2 - m v_0^2 = v_1^2$$

$$v_1^2 = \frac{40}{9} v_0^2$$

$$\frac{40 \cdot 56^2}{9 \cdot 2 \cdot 705} = \frac{20 \cdot 56}{40 \cdot 705} = \frac{25}{7}$$

$$\frac{kl^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$l = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0$$

$$l_0 = \frac{23}{9} v_0$$

$$\frac{20 \cdot 56^2}{9 \cdot 2 \cdot 705} = \frac{25}{7}$$

$$\begin{array}{r} \times 23 \\ 23 \\ + 69 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$1) \frac{m \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2}{2} = \frac{k l_0^2}{2}$$

$$l_0 = \frac{m \sqrt{529 \frac{m}{k}}}{k \sqrt{81 \frac{m}{k}}}$$

$$= \frac{23 \sqrt{m}}{9 \sqrt{k}}$$

$$2) k = \frac{E_k}{E_k} = \text{const}, \quad k = \frac{E_k'}{E_k}$$

$$k = \frac{\left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2}{\left(\frac{3}{4} l_0 \right)^2} = \frac{529}{63} \quad - \text{проверим}$$

$$E_k = \frac{m \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{k l^2}{2}$$

$$\frac{m \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2}{2} - k l^2 = m v_1^2$$

$$\frac{529}{81} m v_0^2 - \frac{m v_0^2}{2} = m v_1^2$$

$$k = \frac{448 v_0 \cdot 56}{9 \cdot 81 \cdot 40 \cdot 5} = \frac{56}{45}$$

$$v_1^2 = \frac{529 - 81}{81} = \frac{448}{81} v_0^2$$



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**.

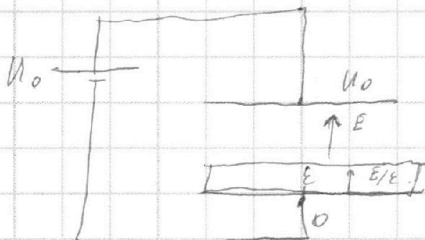


СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

N3

$d = 9 \text{ мм.}$
~~8~~



$$\frac{E}{\epsilon} x + E (d - x) = U_0$$

$x = 0 \text{ мм.}$

$$\frac{E}{\epsilon} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + E ($$

$$5 \cdot 10^{-3} + 9 \cdot 10^{-3} = U_0$$

$$45 \text{ В} = U_0 \quad - (1)$$

2) ~~48~~ $U_0 = \frac{E_1 x_1}{\epsilon} + E_1 (d - x_1) \quad | \cdot \epsilon$

$$U_0 \epsilon = E_1 x_1 + \epsilon E_1 (d - x_1)$$

$$\epsilon = \frac{E_1 x_1}{U_0 - E_1 (d - x_1)} = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{45 - 9 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^3} = \frac{54}{18} =$$

$$= 3.$$

Ответ: $\epsilon = 3$



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



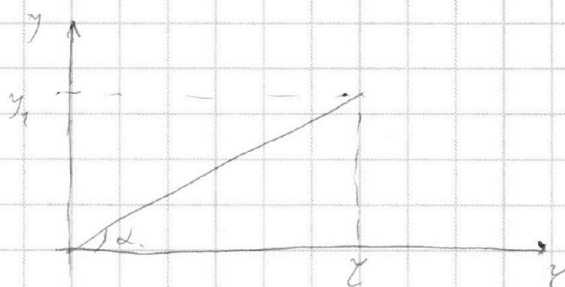
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

№ 4

L, n, S_1

R, r, y_1

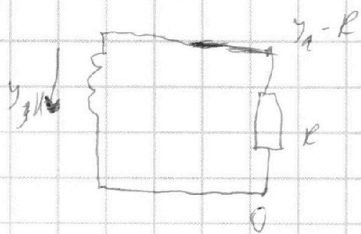


$$1) \varphi = L y + S_1 n B$$

$$U = L y'$$

$$\tan \alpha = \frac{y_1}{r} \quad (1)$$

2)



$$3) \text{ : } A_R = \frac{L y_1^2}{2}$$

$$U = L y'$$

$$U y = P_R$$

$$\frac{L dy}{dt} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = P_R$$

$$U = L \frac{dy}{dt}$$

$$dt U = L dy$$

$$dt (y R) = L dy$$

$$dt \cdot \frac{d\varphi}{dt} R = L dy$$

$$d\varphi R = L dy$$

$$\text{Суть: } \varphi R = L (y_1 - 0)$$

$$\varphi = \frac{L y_1}{R} \quad (2)$$

$$3) \varphi = L y + S_1 n B$$

$$\varphi' = L y' + S_1 n B'$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{dy}{dt} L + S_1 n \frac{dB}{dt} \rightarrow$$

$$U = dy L + S_1 n dB$$

$$B_1 = -\frac{y_1 r R + y_1 L}{S_1} \quad (3)$$

$$\text{продолжим: } d\varphi R = dy L + S_1 n dB$$

$$d\varphi R = dy L + S_1 n dB$$



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!

$$N2. \quad C_{12} = \frac{4R}{2}$$

$$Q, \quad \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

$$\frac{\kappa V_1 \cdot 12 \kappa}{5 \cancel{R}} = \frac{V_4}{\cancel{R}}$$

$$12 \kappa^2 V_1 = 5 V_4$$

$$\frac{\kappa V_1}{p_3} = \frac{V_4}{p_1}$$

$$\frac{\kappa V_1}{p_1} = \frac{V_4}{p_1} \Rightarrow$$

$$T_2 = \frac{12}{5} T_3$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{\kappa V_1 \cdot \kappa p_1}{\kappa V_1 p_3} = \frac{\kappa p_1}{p_3} = \frac{12}{5}$$

$$\frac{Q}{dT} = \frac{A + B U}{dT}$$

$$\kappa p_3 = \frac{5 \cdot \kappa p_1}{12 \cdot \frac{1}{\kappa}}$$

$$\frac{\kappa V_1 \cdot 12}{5 \kappa p_1} = \frac{V_4}{p_1}$$

$$V_4 = \frac{12}{5} V_1$$

$$V_2 = \frac{9}{\sqrt{4}} V_1$$

$$p_3 = \frac{5}{12} \kappa p_1$$

$$\frac{p_1}{12 V_1} = \frac{5 \kappa p_1}{12 \kappa V_1}$$

$$\frac{\kappa V_1}{5 \kappa p_1} = \frac{V_4}{p_1}$$

$$V_4 = \frac{12}{5} V_1$$

$$Q_{23} = -Q = \frac{\bar{C}}{2} \partial R \Delta T = \frac{\bar{C}}{2} \partial R (T_3 - T_2) = \frac{\bar{C} \partial R}{2} \cdot \frac{7}{5} T_3$$

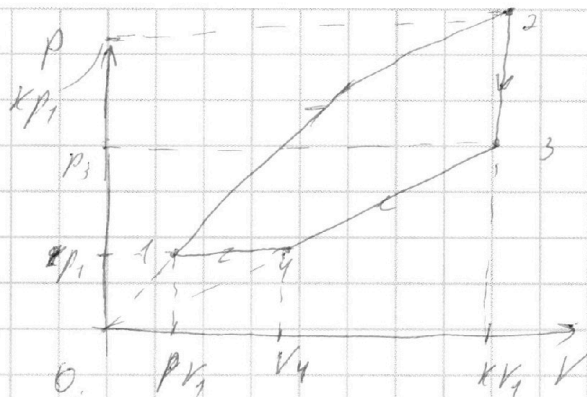
$$Q = \frac{\bar{C}}{2} \partial R \cdot \frac{7}{5} \cdot \kappa^2 T_1$$

$$C_{12} = \frac{A_{12} + \frac{\bar{C}}{2} \partial R T_1 (x^2 - 1)}{\partial T_1 (x^2 - 1)} = \frac{V_1 (x+1) \cdot p_1 (x-1) + \frac{\bar{C}}{2} \partial R T_1 (x^2 - 1)}{\partial T_1 (x^2 - 1)}$$

$$= \frac{\partial R T_1 (x^2 - 1) + \frac{\bar{C}}{2} \partial R T_1 (x^2 - 1)}{\partial T_1 (x^2 - 1)} =$$

$$= \frac{R}{2} + \frac{\bar{C}}{2} = \frac{7R}{2} \Rightarrow \bar{C} = 6$$

м.р. газа *эвклидовский*





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!

$$C_{23} = \frac{\Delta U_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2} \nu R = \frac{5}{2} R = 3R \quad (1)$$

$$2) A_{\Sigma} = S_{\Sigma} = \frac{p_1 V_1 (k^2 - 1)}{2} - p_1 (V_4 - V_1) - \frac{(p_1 + p_3)(V_4 - V_1)}{2} =$$

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

$$3 \nu R (T_2 - T_3) = 3 \nu R (T_4 - T_1) + p_1 (V_4 - V_1)$$

$$-3 \nu R T_3 \frac{4}{5} = 3 \nu R \cdot \frac{4}{5} T_1 + p_1 V_1 \cdot \frac{4}{5}$$

$$-3 \nu R T_3 = -3 \nu R T_1 - \nu R T_1$$

$$\frac{5}{4} k^2 = 4 \cdot 3 + 1$$

$$k^2 = \frac{16}{5}$$

$$k = \frac{4}{\sqrt{5}}$$

$$\frac{16}{35} \approx 3$$

$$3 \nu R \left(3 k V_1 (p_3 - p_2) \right) = 3 k V_1 \left(\frac{5k - k}{2} \right) =$$

$$3 \nu R$$

$$- \frac{3 \cdot 4}{12} V_1 p_1 k^2 = 3$$

$$= \frac{3 \cdot 4}{12} V_1 p_1 k^2$$

$$k^2 = \frac{29 \cdot 4}{7 \cdot 5}$$

$$\frac{4}{7} k^2 = 4$$

$$k = \frac{4}{\sqrt{7}}$$

$$\frac{3 \cdot 4}{12} k^2 p_1 V_1 = \frac{36}{5} p_1 V_1 - \frac{7}{5} p_1 V_1$$

$$- \frac{1}{4} V_1 p_1 k^2 =$$

$$3 p_1 (V_1 - V_4) = 3 p_1 \cdot \frac{4}{5} V_1$$

$$3 (p_3 V_3 - p_2 V_2) = 3 (p_1 V_1 - 4 p_2 V_4) - p_1 (V_4 - V_1)$$

$$3 \left(3 p_1 k V_1 \left(\frac{5k - k}{2} \right) \right) = 3 \left(3 p_1 V_1 - \frac{4}{5} V_1 p_1 \right) - p_1 V_1 \left(\frac{10}{5} - 1 \right)$$



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

__ 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!

$$3 \Delta R (T_3 - T_2) = 3 \Delta R (T_1 - T_4) - p_1 (V_4 - V_1)$$

$$3(p_3 V_3 - p_2 V_2) = 3(p_1 V_1 - p_4 V_4) - p_1 \left(\frac{12}{5} V_1 - V_1 \right)$$

$$3 \left(\kappa V_1 \cdot \frac{5}{12} \kappa p_1 - \kappa^2 V_1 p_1 \right) = 3(p_1 V_1 - p_1 \frac{12}{5} V_1) - \frac{7}{5} p_1 V_1$$

$$- \frac{3 \cdot 7}{12} p_1 V_1 \kappa^2 = - \frac{7 \cdot 3}{5} p_1 V_1 - \frac{7}{5} p_1 V_1$$

$$3 \frac{21}{12} \kappa^2 = \frac{28}{5} p_1 V_1$$

$$\kappa^2 = \frac{12 \cdot 4}{8 \cdot 5} = \sqrt{\frac{16}{5}} = \frac{4}{\sqrt{5}}$$

$$A_{\Sigma} = A_{12} + A$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 16 \\ \hline 72 \\ 120 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$\frac{12 \cdot 16}{5 \cdot 5} - 1 = \frac{192 - 25}{25} = \frac{167}{25}$$



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!

