



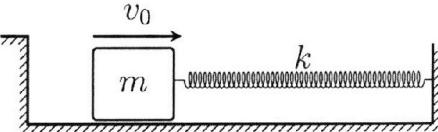
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

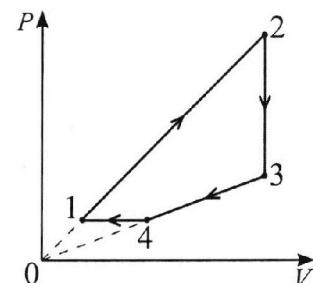
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тела пройдёт со скоростью 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?

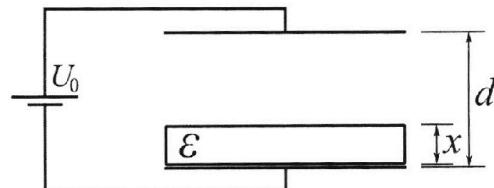
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 1-2 равна $C = 7R/2$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_2/T_3 = 12/5$.

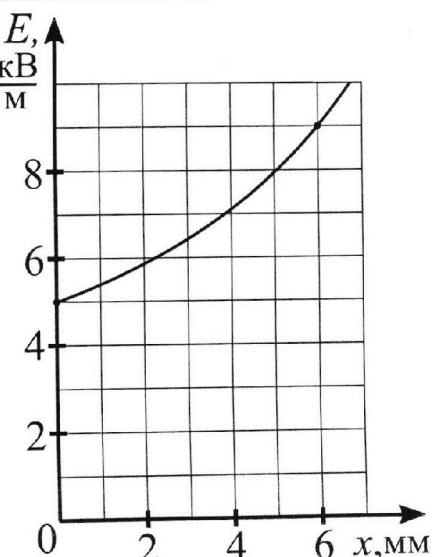


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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.





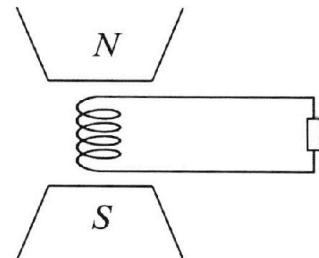
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 11-06



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 t . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .

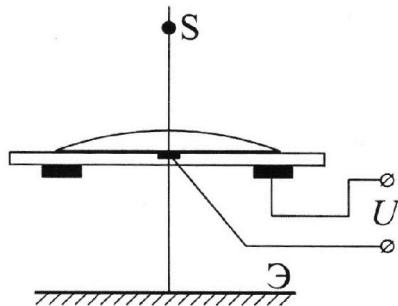
- 1) Найти скорость возрастания тока через время $t/4$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через катушку от момента, когда ток в катушке был I_1 , до момента, когда ток через катушку станет нулевым.
- 3) Найти начальную индукцию B_1 внешнего магнитного поля.



Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ покоятся 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**.

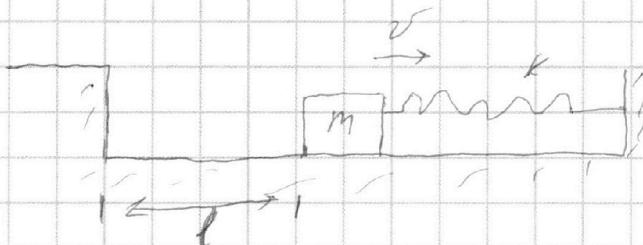
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

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!

N1



1) чем движение телых (или только консервативное) \Rightarrow
(то сб-юн рабочую)

\Rightarrow выполняется ЗСД для груза в промежутках между ударами.

Запишем ЗСД для $t_0 = 0$ и начального максимального статичного сжатия пружины ($V=0$)

$$\frac{m}{2} \left(\frac{23}{9}\right)^2 V_0^2 = \frac{k x_{m1}}{2}, \text{ где } x_{m1} - \text{ максимальное сжатие до первого удара.}$$

$$x_{m1} = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\frac{23}{9}\right)^2 V_0^2 = \frac{23 V_0}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{- условие на} \\ \text{первый пульс.} \end{array} \right.$$

2) Определить корр откосновение кин. энергии тела go и после удара, которое поставили по условия:

$$k = \frac{E_k'}{E_k \text{ const}}, \text{ где } E_k' - \text{кин. энергия после удара}$$

$$E_k - \text{кин. энергия до удара.}$$

ЗСД для тела и начальник до первого удара.

$$E_{k1} = E_{k0} - E_n, \text{ где } E_{k0} - \text{кин. энергия в исходе отскока, } E_n - \text{пот. энергия}$$

$$y \text{ стены.}$$

$$\text{По условию: } E_n = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$E_{k1} = \left(\frac{23 V_0}{9}\right)^2 \cdot \frac{m}{2} - \frac{m V_0^2}{2} = \frac{998 m V_0^2}{81 \cdot 2}$$

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

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 тела сразу после первого удара и проходя положение равновесия.
 $E_{K_1} = E_{K_0} - E_n$, E_{K_0} - нач. энергия в нач. равновесии после первого удара.

$$E_{K_1}' = \left(\frac{7}{3} m v_0\right)^2 - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{40}{9 \cdot 2} m v_0^2$$

$$\left(K = \frac{E_{K_1}'}{E_{K_1}} = \left(\frac{40 m v_0^2}{81 \cdot 2} \right) \cdot \left(\frac{9 \cdot 2}{40 m v_0^2} \right) = \frac{56}{15} \right) = \frac{45}{56}$$

из ЗСЭ для второго положения тела между первым и вторым ударом.

$E_{K_2} = E_{K_1}'$, E_{K_2} - энергия тела до второго удара.

$$E_{K_2}' = K \cdot E_{K_1} = \frac{40 m v_0^2}{9 \cdot 2} \cdot \frac{56}{56} = \frac{25}{14} m v_0^2$$

ЗСЭ для тела сразу после 2-ого удара и проходя положение равновесия:

$E_n + E_{K_3} = E_{K_2}'$, где E_{K_3} - нач. энергия в нач. равновесии после второго удара.

$$E_{K_3} = \frac{25}{14} m v_0^2 - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{18 m v_0^2}{7 \cdot 2} \Rightarrow \text{скорость } v_2 \text{ при прохождении телом положения равновесия.}$$

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

- ответ на пункт ②

3) знать, что W -удар. частота ~~всегда~~ приложенного механизма постоянна и равна $\frac{2\pi}{T}$

Следует отметить, что если тело имеет координаты x и y и оно движется в положении равновесия, то координаты движутся из-за 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

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

2) $\frac{3\sqrt{6}\sqrt{14}}{7}$

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

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

СТРАНИЦА
3 из 8

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!

$$t = t_1 = \frac{1}{2} T_1 + t_0 + t_2, \text{ где } T_1 - \text{период колебаний}$$

до первого удара

t_0 - время от колебания

разнесшийся до уступа

t_2 - время от уступа

до п. р.

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

$$l = x_{m_1} \cos(\omega t_0) \Rightarrow t_0 = \frac{l}{x_{m_1}} \arccos\left(\frac{l}{x_{m_1}}\right)$$

$$\frac{k l^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \text{из условия } (3 \text{ для амплитуды и нач.раб.)}$$

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

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

~~$$t_2 = l = x_{m_2} \cos(\omega t_2), \text{ где } x_{m_2} - \text{амплитуда}$$~~

касаб. после

первого удара.

$$\frac{k x_{m_2}}{2} = \frac{m}{2} \left(\frac{7}{3} v_0\right)^2 - 3 \text{ (для колебания сразу после}$$

амплитуды или п. р., раб.)

после первого удара.

$$x_{m_2} = \frac{4}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$t_2 = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{l}{x_{m_2}}\right) = \sqrt{\frac{m}{k}} \arccos\left(\frac{7}{3}\right)$$

$$t_1 = 5\pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \sqrt{\frac{m}{k}} \arccos\left(\frac{9}{23}\right) + \sqrt{\frac{m}{k}} \arccos\left(\frac{7}{3}\right) =$$

$$= \sqrt{\frac{m}{k}} \left(5\pi + \arccos\left(\frac{9}{23}\right) + \arccos\left(\frac{7}{3}\right) \right)$$

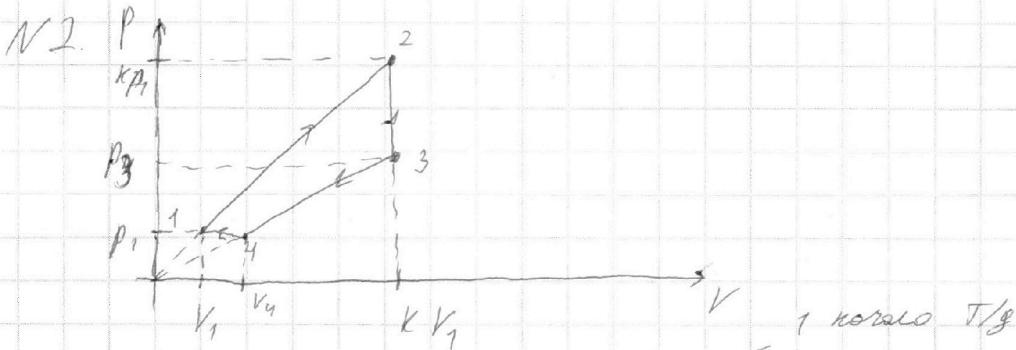
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$1) C_{12} = \frac{dQ}{dT} = \frac{Q_{12}}{\Delta T} = \frac{A_{12} + A_{12}}{\Delta T_{12}} =$$

м.к. с постоянной
взимкой пропорцией

онд-не с

$$= \frac{P_1 V_1 (x^2 - 1)}{2 \Delta T_{12}} + \frac{i}{2} \Delta R \Delta T_{12} = \frac{\Delta R T_1 (x^2 - 1) + i \Delta R T_1 (x^2 - 1)}{2 \Delta T_1 (x^2 - 1)}$$

$$T_2 = k^2 T_1 \text{ из } T_2 = k T_1$$

$$= \frac{R + i}{2} = \frac{7R}{2} \Rightarrow i = 6 \quad - \text{число степеней}$$

свободы.

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{A_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{i \Delta R \Delta T_{23}}{2 \Delta T_{23}} = \frac{i R}{2} = 3R$$

Ответ на
пункт 1.

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 |
| <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!

$$2) \frac{P_3}{KV_3} = \frac{P_1}{V_1}, \text{ max. тепло-проп. зон-ы,}$$

$$\left(\frac{T_2}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{k^2 P_1 V_1}{KV_1 \cdot P_3} = \frac{12}{5} \Rightarrow P_3 = \frac{5k}{12} P_1 \right)$$

$$\frac{5kP_1}{12 \cdot KV_1} = \frac{P_1}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{12k^2 V_3}{5}$$

$$Q_{12} = -Q = A_{11} = -P_1(V_1 - V_2) = -\frac{7}{5}P_1V_1 = -\frac{28}{5}P_1V_1$$

$$Q_{23} = -Q = A_{23} = 3 \cdot \cancel{P}(T_3 - T_2) = 3KV_1(P_3 - P_2) =$$

$$= 3 \cdot KV_1 P_1 \left(\frac{5k - 12k}{12} \right) = -\frac{7}{4}P_1V_1k^2$$

$$-\frac{28}{5}P_1V_1 = -\frac{7}{4}P_1V_1k^2$$

$$k = \sqrt{\frac{9}{5}} = \frac{3}{\sqrt{5}}$$

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

$$A_{34} = \frac{(P_1 + P_3)(V_4 - V_3)}{2} = \frac{(P_1 + \frac{5}{12}kP_1)(\frac{12}{5}V_1 - KV_1)}{2} =$$

$$= \frac{P_1V_1(1 + \frac{5}{12}k)(\frac{12}{5} - k)}{2}$$

~~$$A_{41} = -\frac{7}{5}P_1V_1$$~~

$$A_{\Sigma} = \frac{P_1V_1(k^2 - 1)}{2} + \frac{P_1V_1(1 + \frac{5}{12}k)(\frac{12}{5} - k)}{2}$$

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 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
3 ~~10~~ ИЗ ~~10~~ 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!

$$\begin{aligned} \vartheta_{23} = -Q = A\Delta U_{23} &= 3DR(T_3 - T_2) = 3KV_1 \left(\frac{5}{12} p_1 - kp_1 \right) = \\ &= 3p_1V_1 \left(\frac{5}{12} - k^2 \right) \\ \vartheta_{14} = -Q = A\Delta U_{14} &= -p_1(V_4 - V_1) = -p_1V_1 \left(\frac{12k^2 - 1}{5} \right) + \Delta U_{14} \\ \cancel{\frac{12}{5} p_1 V_1 \left(k^2 - \frac{5}{12} \right)} &= \\ &= -p_1V_1 \left(\frac{12k^2 - 1}{5} \right) + 3DR(T_1 - T_4) = \\ &= -p_1V_1 \left(\frac{12k^2 - 1}{5} \right) + 3Dp_1V_1 \left(1 - \frac{12k^2}{5} \right) = p_1V_1 \end{aligned}$$

$$p_1V_1 \quad \vartheta_{23} = \vartheta_{14} \rightarrow \Delta U_{23} = \Delta U_{14} + A_{14}$$

$$3DR(T_3 - T_2) = 3DR(T_1 - T_4) - p_1(V_4 - V_1)$$

$$3 \cancel{\frac{5}{12}} k^2 = 4 \quad \text{Сделе зам. преобразование.}$$

$$(k = \frac{4}{\sqrt{15}})$$

$$\begin{aligned} A_2 = A_{12} + A_{34} + A_{41} &= \cancel{\frac{p_1V_1(k^2 - 1)}{2}} - \cancel{\frac{12p_1V_1(1 - (\frac{5}{12})^2)}{2}} - \\ &- \frac{7}{5}p_1V_1 = p_1V_1 \left(\frac{11}{10} - \frac{12}{10} \cdot \left(1 - \frac{25}{144} \cdot \frac{16}{25} \right) - \frac{7}{5} \right) = \end{aligned}$$

$$= p_1V_1 \left(\frac{11}{10} - \frac{12}{10} \cdot \frac{9}{16} - \frac{7}{5} \right) = p_1V_1 \left(\frac{33 - 16 - 42}{30} \right) =$$

$$= p_1V_1 \frac{25}{30} = \frac{5}{6} p_1V_1 \frac{5}{8} = \frac{Q}{(12k^2/15 - 1)} = \frac{Q}{25}$$

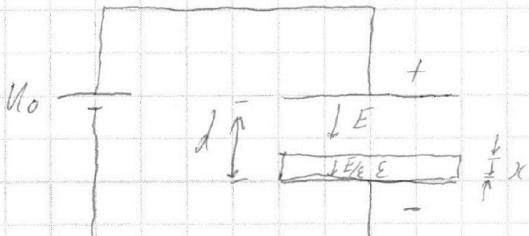
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



Задача, что разность потенциалов между обкладками конденсатора и равна U_0 .

E - напр-ть 2-го слоя
 E_1 диэлектрике (из от-
деления E)

Сократим, что

$$U_0 = E (d - x) + \frac{E_1}{\epsilon} x \quad \text{- т.к. в воздушне-} \\ \text{и в диэлектрике } E = \\ E = \text{const}$$

1) Графометрическую точку на графике ($x = 0$; $E_0 = 5 \frac{KV}{\mu}$)

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

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

2) Графометрическую другую точку на графике
($x_1 = 6 \mu$; $E_1 = 9 \frac{KV}{\mu}$)

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

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

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

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

$$\text{Ответ: 1) } U_0 = 45 \text{ В.}$$

$$2) \epsilon = 3$$

I-



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!

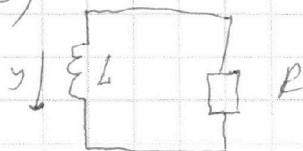
1) М.к. такк возрастная линейка, то скорость его возрастания постоянна и равна

$$y' = \frac{(y_1 - y_0)}{t}, \text{ где } y_0 = 0 \text{ - начальный такк.}$$

$$y' = \frac{y_1}{t}$$

- ответ на пункте 1

2)



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

$U_L = L y'$ - м.к. времена пока еще нет (U_L - напр-не на катушке).

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

$$-L dy = R dq$$

Берем предел полученного выражения при моментах, когда такк y и q становятся бесконечными.

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

$$L y_1 = R q \Rightarrow$$

$$q = \frac{L y_1}{R}$$

- ответ на пункте 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

2 7 ИЗ 02

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!

$$3) \quad \dot{\varphi} = +L \dot{y} + S_1 n \dot{B}$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = +\frac{d\dot{y}}{dt} L + S_1 n \frac{d\dot{B}}{dt}$$

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

$$\text{So 3-ky Paragend: } U_1 = -\frac{d\varphi}{dt}$$

$$-U_1 dt = +L dy + S_1 n dB$$

через
- поток δ кс к конусу
в некоторый момент времени
 t ; δ - поток из кс в конус
времени t .

3- поток через конусу
в некоторый момент времени t .

\vec{B}
 \vec{dB}
нап. вихрь
- вихрь
по правилу линза
поток создаёт нап. притяж. \vec{dB}

точечные к конусу
пункта 3.

Продолжаем полученное выражение от $t=0$ до $t=\tau$.

$$\text{Сум. энрг } U_1 = -y R \quad (\text{из 2-го пункта})$$

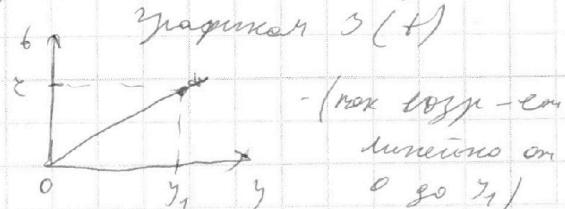
$$R dy = +L dy + S_1 n dB$$

Продолжаем полученное выражение от $t=0$ до $t=\tau$.

$$R q - L y_1 = -S_1 n B_1, \quad q = y dt - \text{погадь нас}$$

задачей 3(t)

$$q = \frac{y_1}{2} - \frac{R y_1}{2}$$



$$B_1 = \left(L y_1 - \frac{R y_1}{2} \right) \frac{1}{S_1 n}$$

$$B_1 = \frac{y_1}{S_1 n} \left(L - \frac{R}{2} \right) \quad - \text{Ответ ко пункту 3.}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{y_1}{2}; \quad 2) \frac{L y_1}{R}; \quad 3) \frac{y_1}{S_1 n} \left(L - \frac{R}{2} \right)$$

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

N5

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

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R} \right) \Rightarrow F = \frac{R}{n-1}$$

- ответ
на письмо
7

2)

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 checked="" 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
_ 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!

$$K = \frac{56}{85} = \frac{V_2'}{V_2}$$

$$V_2' = \frac{90}{9} V_0^2$$

$$V_2' = V_2^2 \cdot \frac{45}{56} = \frac{10}{7} \cdot \frac{5}{56} V_0^2 = \frac{25}{7} V_0^2$$

$$V_{p2} = \frac{25}{7} V_0^2 + V_0^2 = \left(\frac{32}{7} V_0^2 \right) - \text{Ответ на } \textcircled{2}$$

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

3) Кругли колебания! $x = x_m \cos(\omega t)$

~~f~~

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

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

$$m \alpha \neq 0 \quad Kx = 0$$

$$\alpha + \frac{K}{m} x = 0. \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$x = x_m \left(\sqrt{\frac{K}{m}} t \right), \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{K}{m}}} = \frac{2\pi \sqrt{m}}{K}$$

$$T_1 = \frac{1}{2} T + t = \sqrt{\frac{m}{K}} + \sqrt{\frac{m}{K}} \arccos\left(\frac{9}{23}\right) + t_2$$

$$x_{m1}^2 = \left(\frac{23}{9}\right)^2 \frac{m}{K}, \quad x_{m1} = \frac{23}{9} \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$\sqrt{\frac{m}{K}} V_0 = \frac{23}{9} V_0 \sqrt{\frac{m}{K}} \cos\left(\sqrt{\frac{K}{m}} \cdot t_1\right)$$

$$\frac{9}{23} = \cos\left(\sqrt{\frac{K}{m}} \cdot t_1\right)$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{m}{K}} \arccos\left(\frac{9}{23}\right)$$

ГОТОВО К Р.

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

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.

Diagram: A horizontal rectangular frame with a central vertical line. Two horizontal arrows point from the left and right towards the center. The left side has a vertical arrow pointing down labeled v_0 . The right side has a vertical arrow pointing up labeled v_1 .

$$\frac{K\ell^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow \ell = \sqrt{\frac{m}{K}} v_0$$

$$v_1^2 = \frac{49}{9} v_0^2 - m v_0^2 = \frac{40}{9} v_0^2$$

$$\frac{40 \cdot 56}{9 \cdot 2 \cdot 75} = \frac{20}{7}$$

$$\frac{40 \cdot 85}{9 \cdot 2 \cdot 75} = \frac{25}{7}$$

$$v_0 ; \frac{23}{9} v_0$$

$$v_1^2 = \frac{23}{9} v_0^2$$

$$v_1 = \frac{23}{9} v_0$$

$$x \frac{23}{9} \\ + \frac{69}{96} \\ \hline 529$$

$$1) \frac{m}{2} \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2 = \frac{K \ell v_0^2}{2} \quad \Delta x_0 = \frac{m}{K} \sqrt{\frac{529}{81} - 1}$$

$$2) K = \frac{E_K}{E_K} = \text{const}, \quad K = \frac{E_K}{E_K}$$

$$K = \frac{(23)^2 v_0^2}{9} \cdot \frac{3}{7} = \frac{529}{63} - \text{Баланс}$$

$$K = \frac{m}{2} \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2 = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{K \ell^2}{2}$$

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

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

$$K = \frac{448 v_0 \cdot 9}{9 \cdot 81 \cdot 40 \cdot 5} = \frac{66}{45}$$

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



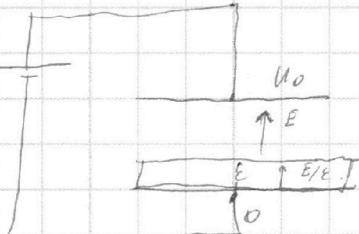
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$$d = 9 \text{ мм.}$$

Uo

$$\frac{E_x}{\epsilon} + E(d-x) = U_o \quad , \text{ где}$$

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

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

$$45.8 = U_o - ①$$

$$2) \quad U_o = \frac{E_1 x_1 + E_2 (d-x_2)}{\epsilon} \quad 1 \cdot \epsilon$$

$$U_o \cdot \epsilon = E_1 x_1 + \epsilon E_2 (d-x_2)$$

$$\epsilon = \frac{E_1 x_1}{U_o - E_2 (d-x_2)} = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{45 - 9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = \frac{54}{18} = 3$$

$$\text{Ответ: } \epsilon = 3$$

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**.



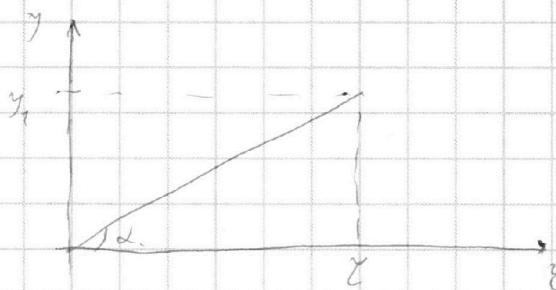
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

N^o 4

L, n, S_1

R, γ, g_1

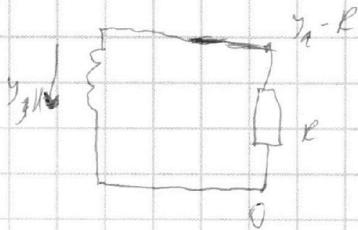


$$1) \varphi = Ly + S_1 n B$$

$$U = Ly'$$

$$\tan \theta = \frac{y_1}{x} \quad (1)$$

2)



$$3) \text{чт: } A_R = \frac{4y^2}{2}$$

$$U = Ly'$$

$$Uy = Pe$$

$$U = L d y$$

$$\frac{L dy}{dt} \cdot \frac{dy}{dt} = Pe$$

$$dt U = L dy$$

$$dt (yR) = L dy$$

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

$$dy R = L dy$$

$$\text{чтв: } yR = L(y_1 - 0)$$

$$y = \frac{Ly_1}{R} \quad (2)$$

$$3) \varphi = Ly + S_1 n B$$

$$\varphi' = Ly' + S_1 n B'$$

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

$$(B_1 = -\frac{y_1 R}{2} \pi R + y_1 L) \quad (3) \quad \text{получ: } \cancel{\frac{d\varphi}{dt}} = dy L + S_1 n dB$$

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

$$y = \frac{Ly_1}{R} + S_1 n B_1 \quad (4) \quad dy R = L dy + S_1 n dB$$

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.



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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$N_2. C_{12} = \frac{7R}{2}$$

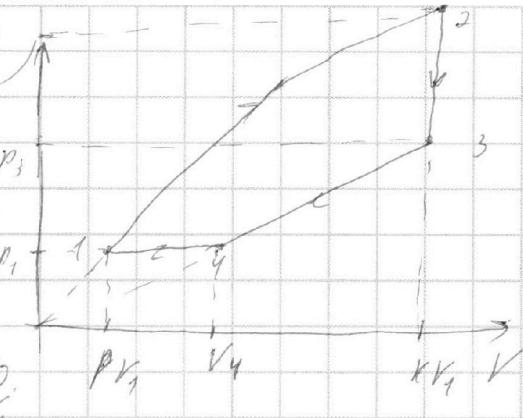
$$Q, \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

$$\frac{KV_1 \cdot \kappa R}{5P_1} = \frac{V_4}{P_4}$$

$$12K^2V_1 = 5V_4$$

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

$$Q = \frac{1}{2} \frac{\partial P}{\partial T} = \frac{1}{2} \frac{\partial P}{\partial T} V$$



$$\frac{KV_1}{P_1} = \frac{V_4}{P_4} \Rightarrow$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{KV_1 \cdot \kappa P_1}{KV_1 P_3} = \frac{\kappa P_1}{P_3} = \frac{12}{5}$$

$$\kappa P_3 = \frac{5}{12} \kappa P_1$$

$$\frac{KV_1 \cdot \kappa}{5 \kappa P_1} = \frac{V_4}{P_4}$$

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

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

$$P_3 = \frac{5}{12} \kappa P_1$$

~~$$P_1 = \frac{5}{12} \kappa P_1$$~~

$$\frac{KV_1}{5 \kappa P_1} = \frac{V_4}{P_4} \quad V_4 = \frac{12}{5} V_1$$

$$Q_{23} = -Q = \frac{1}{2} \partial R \cdot \Delta T = \frac{1}{2} \partial R / (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} \partial R \cdot \frac{7}{5} T_3$$

$$Q = \frac{1}{2} \partial R \cdot \frac{7}{5} \cdot K^2 T_3$$

$$C_{12} = A_{12} + \frac{\partial Q}{\partial T_1 (K^2 - 1)} = \frac{V_1 (K+1) \cdot P_1 (K-1)}{\partial T_1 (K^2 - 1)} + \frac{\partial Q}{\partial T_2 (K^2 - 1)}$$

$$= \partial R T_1 (K^2 - 1) + \frac{1}{2} \partial R T_2 (K^2 - 1) =$$

$$= \frac{R}{2} + \frac{1}{2} \partial R = \frac{7R}{2} \Rightarrow \textcircled{1} = 16 \quad \text{м.р. 2020 г. физматематик}$$



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"/> 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
_ 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!

$$C_{23} = \frac{\Delta U_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \partial R \Delta T}{\Delta T} = \left(\frac{5}{2} R \right) = 3R - (1)$$

$$2) A_{23} = s_{23} = p_1 V_1 \left(\frac{x^2 - 1}{2} \right) - p_1 (V_2 - V_1) - \frac{(p_2 + p_3)(xV_2 - V_1)}{2}$$

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

$$3 \partial R (T_2 - T_1) = 3 \partial R (T_4 - T_1) + p_1 \cdot (xV_2 - V_1)$$

$$-3 \partial R T_1 \frac{7}{5} = 3 \partial R \cdot \frac{4}{5} T_1 + p_1 V_1 \cdot \frac{7}{5}$$

$$-3 \partial R T_1 = -3 \partial R T_1 - \partial R T_1$$

$$\frac{5}{p_2 V_1} x^2 = 43 + 1$$

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

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

$$\frac{176}{35} \approx 3$$

~~$$+ \partial R 3 (xV_1 (p_3 - p_2)) = 3xV_1 \left(\frac{5}{12} k - k \right) =$$~~

~~$$- 3 \cdot \frac{7}{12} V_1 p_1 k^2 = 3$$~~
~~$$\frac{7}{4} k^2 = 4$$~~
~~$$k^2 = \frac{29 \cdot 4}{7 \cdot 5}$$~~

~~$$- \frac{1}{4} V_1 p_1 k^2 =$$~~
~~$$k = \frac{4}{\sqrt{7}}$$~~
~~$$\frac{3 \cdot 7}{12} k^2 p_1 V_1 = \frac{36}{5} p_1 V_1 - \frac{7}{5} p_1 V_1$$~~

~~$$3 p_1 (V_2 - V_1) = 3 p_1 \cdot \frac{7}{5} V_1$$~~
~~$$\frac{3 \cdot 7}{12} k^2 = \frac{329}{5}$$~~

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

~~$$3 (3 p_1 k V_1 \left(\frac{5}{12} k - k \right)) = 3 (3 (p_1 V_1 - \frac{12}{5} V_1 p_1) - p_1 V_1 (\frac{12}{5} - 1))$$~~

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

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!

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

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

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

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

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

$$K^2 = \frac{12 \cdot 4}{3 \cdot 5} = \sqrt{\left(\frac{11}{5}\right)^2} = \frac{4}{\sqrt{15}}$$

$$A_2 = A_{12} + 1$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ \underline{26} \\ + 7^2 \\ \hline 79^2 \end{array}$$

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



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!