



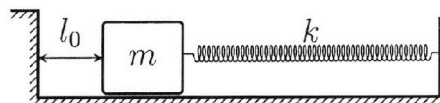
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



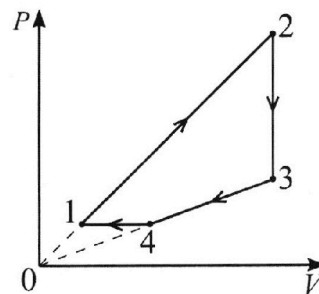
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось $5l_0/2$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
- 2) Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
- 3) Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

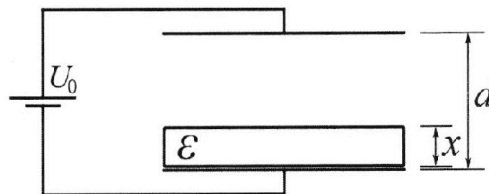
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоёмкость газа в процессе 3-4 равна $C = 3R$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_4/T_1 = 5/2$.

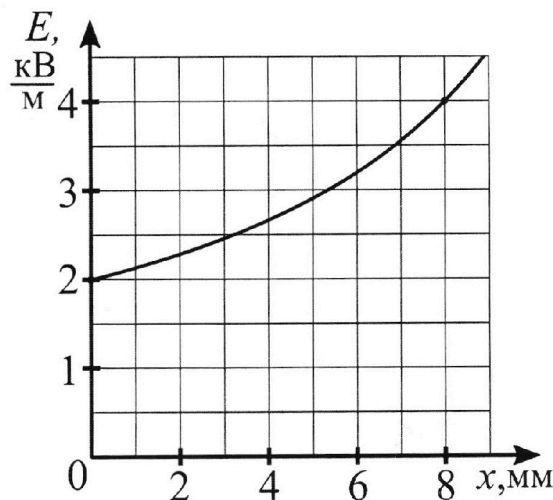


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12$ мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной x (пластина занимает часть объема конденсатора, равную x/d). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины x (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение U_0 источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость ϵ диэлектрика.





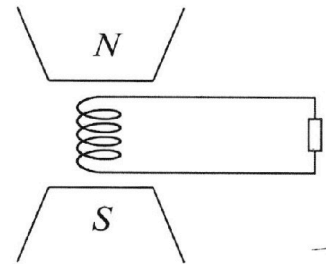
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



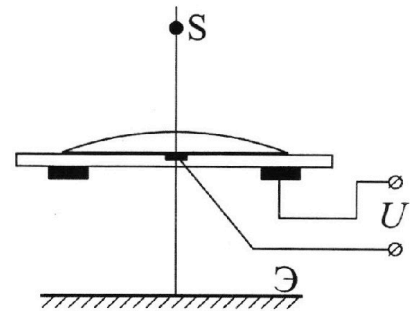
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/3$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через резистор от момента начала выключения поля до момента, когда ток через резистор станет нулевым.
- 3) Найти индуктивность L катушки.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 1,4$ покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода S на экране $\mathcal{E}$. Источник S можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии $b = 6$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. Если светодиод на высоте $a_1 = 12$ см над каплей, то изображение на экране при $U_1 = 1$ В. Если светодиод на высоте $a_2 = 18$ см, то изображение на экране при напряжении $U_2 = 2$ В.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите радиус кривизны R_0 капли при нулевом напряжении.
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей E_1/E_2 первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.



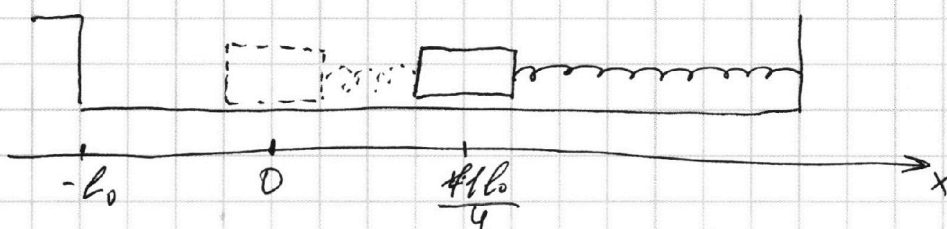
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

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!

Дано:
 m, k, l_0
 1) v_0 - ?
 2) x_2 - ?
 3) Z - ?



1) Введём ось x по направлению к стене с нулём в полот. равновесия.

2 ЗН:

2) Дх: $m\ddot{x} = -kx$
 $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, ω - циклич. частота

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v(t) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\left. \begin{aligned} x(0) &= A \cos \varphi_0 = \frac{l_0}{4} \\ v(0) &= -A\omega \sin(\varphi_0) = 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \varphi_0 = 0; A = \frac{l_0}{4}$$

3) Найдём v_0 (скорость в полот. равнов. до 1 удара)

$$v_0 = v_{\max} = \omega A = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{l_0}{4}$$

$$\left[v_0 = \frac{l_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}} \right]$$

4) Пусть d - коэфф. потерь энергии после удара.

$$d = \frac{E_k}{E_0}, \quad E_{k0} \text{ - кин. энергия перед 1 ударом}$$

E_k - кин. энергия сразу после 1 удара.



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 5

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!

По упр. $d = \text{const}$

5) $E_{k0} = \frac{mv_0^2}{2}$, v_0 - скорость перед 1 ударом

В этот момент:

$$x(t) = -b_0 = \frac{11b_0}{4} \cos(\omega t + \pi)$$

$$v(t) = -v_0 = -\frac{11b_0}{4} \omega \sin(\omega t)$$

Тогда: $\left(\frac{11}{4}\right)^2 + \left(\frac{4v_0}{11b_0\omega}\right)^2 = 1$

$$\frac{16}{121} + \frac{16v_0^2}{121b_0^2\omega^2} = 1$$

$$\frac{16v_0^2}{121b_0^2\omega^2} = \frac{105}{121} \Rightarrow v_0^2 = \frac{105b_0^2\omega^2}{16}$$

$$E_{k0} = \frac{105mb_0^2\omega^2}{32}$$

6) После 1 удара макс. скорость $\frac{5b_0}{2}$, Тогда:

ЗСЭ: $E_{k1} = \frac{k \cdot \frac{25b_0^2}{4}}{2} = \frac{25kb_0^2}{8}$

$$d = \frac{E_{k1}}{E_{k0}} = \frac{525kb_0^2 \cdot 324}{8 \cdot 105mb_0^2\omega^2} = \frac{k}{m\omega^2} \cdot \frac{5 \cdot 4}{21} = \frac{20}{21}$$

$$d = \frac{20}{21}$$

7) $\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = d$, E_{k2} - энергия после 2 удара

$$E_{k1} = d E_{k0} \Rightarrow E_{k2} = d^2 E_{k0}$$

$$E_{k2} = d^2 \cdot \frac{105mb_0^2\omega^2}{32}$$



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 5

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!

8) По ЗСЭ: $E_{k2} = \frac{k X_2^2}{2}$, X_2 - макс. смещение после 2 ударов.

То получим, что:

$$\frac{k X_2^2}{2} = d^2 \cdot \frac{105 m b^2 \omega^2}{32}$$

$$\frac{k X_2^2}{2} = \frac{20^2}{21^2} \cdot \frac{105 m b^2 \cdot k}{32 m}$$

$$X_2^2 = \frac{2 \cdot 20^2 \cdot 105 b^2}{21^2 \cdot 32}$$

$$X_2 = \frac{20 b}{21} \sqrt{\frac{2 \cdot 105}{k \cdot 16}} = \frac{5}{21 \cdot 4} b \cdot \sqrt{105}$$

$$\left[X_2 = \frac{5 \sqrt{105} b}{21} \right]$$

9) Определим сколько пройдёт времени

между кит. мом. и макс. смещением после 1 удара T .

$$T = T_1 + T_2, \quad T_1 - \text{время движения до 1 удара.}$$

$$T_2 - \text{время движения после 1 удара.}$$

$$X_1(T_1) = \frac{10 b}{4} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot T_1\right) = -10 b$$

$$\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot T_1\right) = -\frac{4}{11}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}} T_1 = \arccos\left(\frac{4}{11}\right)$$

$$T_1 = \sqrt{\frac{m}{k}} \arccos\left(\frac{4}{11}\right)$$



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.

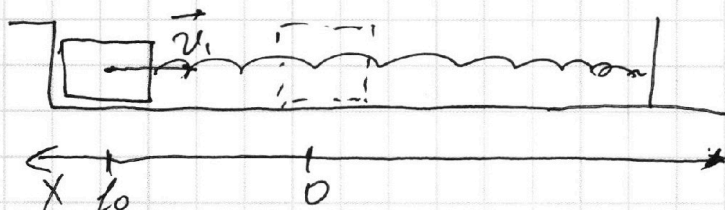
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

4 из 5

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!

10) После 1 удара удержание колебаний
поменяло свой вид.



Уг 234: $\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$

$$x(0) = A \cos(\varphi_0) = l_0$$

$$v_1(0) = -A\omega \sin(\varphi_0) = -v_1$$

$$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2} = 2 E_{k0} = \frac{20}{21} \cdot \frac{105 m l_0^2 \omega^2}{32 \cdot 16}$$

$$v_1^2 = \frac{20 \cdot 105}{2 \cdot 16 \cdot 4} \cdot \frac{l_0^2 \cdot k}{m}$$

$$v_1 = \frac{5 l_0}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{5}{2} l_0 \omega$$

Потому: $-A\omega \sin \varphi_0 = -\frac{5}{2} l_0 \omega$

$$\sin \varphi_0 = \frac{5}{2} \frac{l_0}{A}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{l_0}{A}$$

$$\frac{25}{4} \frac{l_0^2}{A^2} + \frac{l_0^2}{A^2} = 1$$

$$\frac{(25+4)l_0^2}{4A^2} = 1$$

$$A^2 = \frac{29 l_0^2}{4}$$

$$A = \frac{l_0 \sqrt{29}}{2}$$

$$\Rightarrow \cos \varphi_0 = \frac{2\sqrt{29}}{29}$$

Получим, что $x(t) = \frac{l_0 \sqrt{29}}{2} \cos(\omega t + \arccos(\frac{2\sqrt{29}}{29}))$



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
5 из 5

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!

11) в момент макс. статия

$$\chi\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{5l}{2}$$
$$= \frac{5}{2} = \frac{\sqrt{2g}}{2} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t_2 + \arccos \frac{2\sqrt{2g}}{2g}\right)$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}} t_2 + \arccos\left(\frac{2\sqrt{2g}}{2g}\right) = \arccos\left(\frac{5\sqrt{2g}}{2g}\right)$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(\frac{5\sqrt{2g}}{2g}\right) - \arccos\left(\frac{2\sqrt{2g}}{2g}\right) \right)$$

12) $T = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(\frac{4}{11}\right) + \arccos\left(\frac{5\sqrt{2g}}{2g}\right) - \arccos\left(\frac{2\sqrt{2g}}{2g}\right) \right)$

Ответ: 1) $v_0 = \frac{11l_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$

2) $\chi_2 = \frac{5\sqrt{105}}{21} l_0$

3) $T = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(\frac{4}{11}\right) + \arccos\left(\frac{5\sqrt{2g}}{2g}\right) - \arccos\left(\frac{2\sqrt{2g}}{2g}\right) \right)$



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 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!

Дано:

$$Q \geq 0$$

$$C = 3R$$

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

1) C_{H_1} - ?

2) A - ?

3) η - ?

1) γ -мех. Мех. - Кратчайш.

$$p_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$p_2 V_2 = \sqrt{RT_2}$$

$$p_3 V_3 = p_3 V_2 = \sqrt{RT_3}$$

$$p_4 V_4 = p_1 V_4 = \sqrt{RT_4}$$

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

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2}$$

$$2) \quad 1-2: p \sim V \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} \quad (1)$$

$$3-4: p \sim V \Rightarrow \frac{p_4}{p_3} = \frac{V_4}{V_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_3} = \frac{V_4}{V_2} \quad (2)$$

$$из (1) и (2): \frac{p_3}{p_2} = \frac{V_1}{V_4} = \frac{2}{5} = \frac{T_3}{T_2}$$

3) $\odot$ 1 мех. режимом:

$$2-3: Q_{23} = -Q = \Delta U_{23} + A_{23}^0 = \frac{i}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_2) =$$

$$= \frac{i}{2} p_2 (V_3 - V_2) V_2 / (p_3 - p_2)$$

$$4-1: Q_{41} = -Q = \Delta U_{41} + A_{41} = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \sqrt{R} (T_4 - T_1) =$$

$$= \left(\frac{i}{2} + 1\right) p_1 (V_1 - V_4) = \left(\frac{i}{2} + 1\right) p_1 V_1 \left(1 - \frac{2}{5}\right)$$

$$Q = \frac{i}{2} \sqrt{R} \left(T_2 - \frac{2}{5} T_2\right) = \frac{i}{2} \sqrt{R} T_2 \cdot \frac{3}{5} \quad (3)$$

$$Q = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \sqrt{R} \cdot \left(\frac{5}{2} T_1 - T_1\right) = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \sqrt{R} T_1 \cdot \frac{3}{2} \quad (4)$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 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!

3-4: $Q_{34} = C_V (T_4 - T_3) = \frac{i}{2} R (T_4 - T_3) + A_{34}$

$$A_{34} = \frac{p_3 + p_4}{2} \cdot V_4 - V_3 =$$

$$= \frac{1}{2} p_3 V_4 + \frac{1}{2} p_4 V_4 - \frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_4 V_3$$

т.к. $\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_4}$, то $A_{34} = \frac{1}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3) =$

$$= \frac{1}{2} R (T_4 - T_3)$$

$$C_V (T_4 - T_3) = \frac{i}{2} R (T_4 - T_3) + \frac{1}{2} R (T_4 - T_3)$$

$$C = \frac{i}{2} R + \frac{R}{2} = \frac{R}{2} (i + 1)$$

$$3R = \frac{i}{2} R + \frac{R}{2}$$

$$\frac{i}{2} R = \frac{5}{2} R$$

$$i = 5$$

4) Зная i восстановим температуры при ч.к.г. C_{41}

(3): $Q = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{8} R T_2 = \frac{3}{2} R T_2$

(5)

(4): $Q = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{2} R T_1 = \frac{21}{4} R T_1$

(6)

$$C_{41} = \frac{Q}{T_4 - T_4} = \frac{Q}{T_2 - T_1} = \frac{\frac{3}{2} R T_2}{\frac{21}{4} R T_1} = \frac{2}{7} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{2}{7} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{21}$$



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!

$$5) T_2 = \frac{5}{2} T_3$$

$$\textcircled{\ominus} - \frac{21}{6} R \rightarrow Q_{HT} = \frac{21}{6} R$$

$$4) C_{H1} = +C_p = +\left(\frac{5}{2} + 1\right) R = +\left(\frac{5}{2} + 1\right) R = +\frac{7}{2} R$$

$$[C_{H1} = +\frac{7}{2} R]$$

$$5) A_{\text{sum}} = \text{Суммарная работа} = A_{12} - |A_{34}|$$

$$A_{12} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (p_1 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} \sqrt{R} (T_2 - T_1)$$

$$A_{34} = \frac{p_3 + p_4}{2} (V_4 - V_3) = \frac{1}{2} \sqrt{R} (T_4 - T_3) < 0$$

$$|A_{34}| = \frac{1}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_4) > 0$$

$$A_{\text{sum}} = \frac{1}{2} \sqrt{R} (T_2 - T_1 - T_3 + T_4) =$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{R} \left(\frac{2}{5} T_3 - \frac{2 T_4}{5} + T_3 + T_4 \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{R} \left(\frac{3}{2} T_3 - \frac{3 T_4}{5} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{R} \left(T_2 - T_1 - \frac{2}{5} T_2 + \frac{5}{2} T_1 \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{R} \left(\frac{3}{5} T_2 - \frac{3}{2} T_1 \right) \textcircled{=}$$



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

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!

$$\ominus \quad \frac{3}{10} \sqrt{R T_2} + \frac{3}{4} \sqrt{R T_1} =$$

$$\sqrt{R T_2} = \frac{2Q}{3}$$

$$\sqrt{R T_1} = \frac{4Q}{21}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{max}} &= \frac{3 \cdot 2Q}{70} - \frac{3 \cdot 4Q}{14 \cdot 21} = \frac{2Q}{10} - \frac{Q}{7} = \\ &= \frac{14Q - 10Q}{70} = \frac{4Q}{70} = \frac{2Q}{35} \end{aligned}$$

Ответ: 1) ~~$R_{\text{в.1}} = \frac{7}{2} R$~~ $C_{\text{в.1}} = \frac{7}{2} R$

2) $A_{\text{max}} = \frac{2Q}{35}$



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!

Дано:

$E(x)$, $d = 12 \text{ мм}$

1) U_0 - ?

2) ϵ - ?

1) при $X=0$ между обкладками
только воздух с $\epsilon_{\text{возд}} = 1$

Тогда $U_0 = E(0) \cdot d$

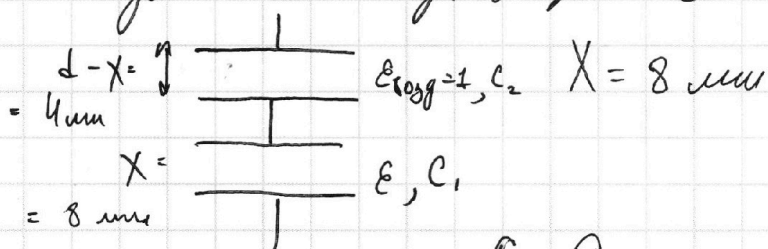
$$U_0 = 2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ В} =$$

$$[U_0 = 24 \text{ В}] = 24 \text{ В}$$

2) Нам дана точка $E(x)$ $E(8 \text{ мм}) = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$

Конденсатор можно разбить на 2 части.

соединить конденсаторы с $\epsilon_{\text{возд}} = 1$ и ϵ искомого.



$$C_0 = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x} ; C_2 = \frac{\epsilon_{\text{возд}} \epsilon_0 S}{d-x} = \frac{\epsilon_0 S}{d-x}$$

$$U_0 = \frac{Q}{C_0} ; \text{ тогда } E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$U_0 = \frac{\epsilon_0 S E}{C_0} \Rightarrow U_0 = \frac{\epsilon_0 S E (\epsilon(d-x) + x)}{\epsilon \epsilon_0 S} = \frac{E(\epsilon(d-x) + x)}{\epsilon}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\epsilon(d-x) + x}$$



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) Получим, что

$$\mathcal{E} U_0 = \mathcal{E} \mathcal{E} d - \mathcal{E} \mathcal{E} x + \mathcal{E} x$$

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

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E} x}{U_0 - \mathcal{E} d + \mathcal{E} x} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{24 - 4 \cdot 12 + 4 \cdot 8} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4$$

$$\mathcal{E} = 4$$

Ответ: 1) $U_0 = 24 \text{ В}$
2) $\mathcal{E} = 4$



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



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!

Дано:

n, S, B_0
 R, τ, I_1

1) $\dot{I}$ - ?

2) q - ?

3) L - ?

1) Ток в катушке возрастает линейно от 0 до I_1 , тогда $I_1(t) = kt$

$$I(\tau) = I_1 = k\tau$$

$$k = \frac{I_1}{\tau}$$

$$\text{Тогда } I(t) = \frac{I_1}{\tau} t$$

Продифференцируем: $\dot{I} = \frac{I_1}{\tau}$, заметим, что скорость возрастания тока от времени

не зависит, тогда в любой момент $\left[\dot{I} = \frac{I_1}{\tau} \right]$

2) Для контура в любой момент времени справедливо 1-е пр-во Кирхгофа.

Возьмем его в некоторый момент:

$$\mathcal{E}_i = U_L + IR, \quad \mathcal{E}_i - \text{ЭДС индуцирующая}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{dB S_{in}}{dt}$$

Тогда:

$$\frac{dB S_{in}}{dt} = U_L + \overset{=const}{\frac{dq}{dt}} R$$

$$dB S_{in} = U_L dt + dq R$$



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!

Принтегралируем:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = U_L \int_0^T dt + R \int_0^{q_0} dq$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = U_L T + R q_0 \quad (1)$$

3) Среднее напряжение через резистор:

$$dq = I dt = \frac{I_1}{2} t dt$$

Принтегралируем: $\int_0^{q_0} dq = \frac{I_1}{2} \int_0^T t dt$

$$q_0 = \frac{I_1}{2} \frac{T^2}{2} = \frac{I_1 T^2}{4} \quad (2)$$

$$4) U_L = L \dot{I} = L \cdot \frac{I_1}{2} \quad (3)$$

из (1); (2) и (3) найдем L :

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \frac{L I_1}{2} T + R \frac{I_1 T^2}{4}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = L I_1 + \frac{R I_1 T}{2}$$

$$\left[L = \frac{2 \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} - R I_1 T}{2 I_1} \right]$$

5) Когда после окончательно включено $\mathcal{E}_i = 0$.

Тогда по 2-му Кирхгофу:

$$0 = U_L + IR$$

$$U_L = -IR$$

$$L \frac{dI}{dt} = -IR \Rightarrow L dI = -d\varphi R$$



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

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!

Интегрируем:

$$L \int_{I_1}^0 dI = -R \int_0^{q_1} dq$$

$L I_1 = R q_1$, q_1 заряд прошедший
после выключения тока

$$q_1 = \frac{L I_1}{R} = \frac{I_1}{R} \cdot \frac{2 S_1 n B_0 - R I_1 L}{2 I_1}$$

с) Заряд прошедший за всё время q .

$$\begin{aligned} q &= q_0 + q_1 \\ q &= \frac{I_1 L}{2} + \frac{2 S_1 n B_0 - R I_1 L}{2 R} = \\ &= \frac{2 S_1 n B_0}{2 R} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $I = \frac{I_1}{2}$

2) ~~$q = \frac{I_1 L}{2}$~~ $q = \frac{2 S_1 n B_0}{2 R}$

3) $L = \frac{2 S_1 n B_0 - R I_1 L}{2 I_1}$



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.

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!

Дано:

$$n = 1,4$$

$$b = 6 \text{ см}$$

$$a_1 = 12 \text{ см}$$

$$U_1 = 1 \text{ В}$$

$$a_2 = 18 \text{ см}$$

$$U_2 = 2 \text{ В}$$

1) $F(R, n) = ?$

2) $R_0 = ?$

3) $\frac{E_1}{E_2} = ?$

1) По формуле точной длины
токовой линии:

$$\frac{1}{F} = \left(\frac{n}{n_{\text{ср}}} - 1 \right) \left(\pm \frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R_2} \right)$$

В нашем случае: $n_{\text{ср}} = 1$
 $R_2 = \infty$

Тогда:

$$\frac{1}{F} = (n-1) \cdot \frac{1}{R}$$

$$\left[F = \frac{R}{n-1} \right]$$

2) $R(U)$ - лн. функция $\Rightarrow R = KU + b$

3) По формуле точной длины:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

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

1. $\frac{n-1}{R_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b} \Rightarrow R_1 = \frac{(n-1) a_1 b}{a_1 + b} = 1,6 \text{ см}$

2. $\frac{n-1}{R_2} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} \Rightarrow R_2 = \frac{(n-1) a_2 b}{a_2 + b} = 1,8 \text{ см}$



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!

4) Найдем k, b из $R(U)$:

$$\Rightarrow \begin{cases} R_1 = k U_1 + b \\ R_2 = k U_2 + b \end{cases}$$

$$R_2 - R_1 = k(U_2 - U_1)$$

$$0,2 = k \cdot 1$$

$$k = 0,2 \frac{\text{см}}{\text{В}}$$

$$1,6 = 0,2 \cdot 1 + b$$

$$b = 1,4 \text{ см}$$

$$R(U) = 0,2 U + 1,4$$

$$\text{при } U=0 \Rightarrow [R_0 = 1,4 \text{ см}]$$

5)

E — освещенность

$$E = \frac{\phi W}{\pi \cdot S} = \frac{P}{S}, \quad P - \text{мощность}$$



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.

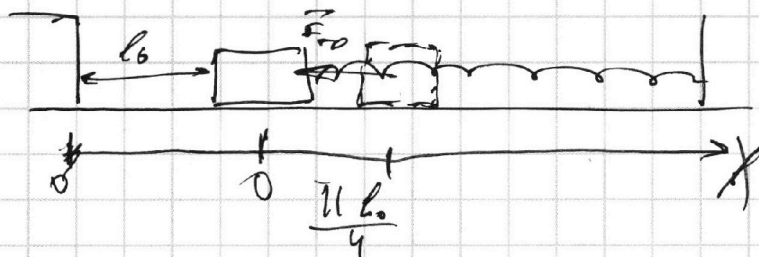
1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

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!

Черновик

№1



$$1) m \ddot{x} = -K \frac{11l_0}{4} - Kx$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$$

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_x(t) = -A \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$x(0) = \frac{11l_0}{4}$$

$$v_x(0) = 0$$

$$\frac{11l_0}{4} = A \cos \varphi_0$$

$$0 = -A \omega \sin(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = 0$$

$$A = \frac{11l_0}{4}$$

$$v = \omega \cdot A$$

$$x(t) = v_x(t) = -\frac{11l_0}{4} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$

$$\left[v_1 = \frac{11l_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}} \right]$$

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



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!

Черновик

Пошагово

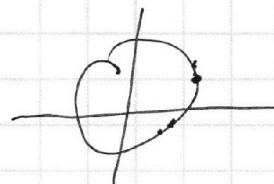
$$x(t) = \frac{116}{4} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$

$$-l_0 = \frac{116}{4} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$

$$v_x = -\frac{116}{4} \sqrt{\frac{k}{m}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$

$$-\frac{4}{11} = \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$

$$-\frac{42.4 \sqrt{11}}{1160} = \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$



$$\frac{16}{121} + \frac{16 v_{0x}^2 m}{1216.4 k} = 1$$

$$v_{0x} = \dots \frac{k x_2^2}{2} = \frac{20}{21} \cdot \frac{25 k l_0^2}{84}$$

$$x_2 = \sqrt{\frac{20 \cdot 25}{21 \cdot 4}} l_0$$

$$\frac{m v_{0x}^2}{2} = \frac{m v_{1x}^2}{2} + E_{\text{пружины}}$$

$$x = \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5}{3 \cdot 7 \cdot 4}} l_0 =$$

или

$$\frac{E_{k0}}{E_{k1}} = 2$$

$$-\frac{121}{16} \cdot \frac{105}{5} \cdot \frac{5}{121} = 5 \cdot 3 \cdot 7 \cdot \frac{5}{21} l_0$$

$$\frac{3\pi}{6} = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{k \cdot 121 l_0^2}{32}$$

$$\arccos\left(\frac{4}{2}\right) + \arccos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2}$$



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!

Черновик

нч n S,
B₀
R
I
0 → I₁
(индукция) !!!

$$I = k t$$

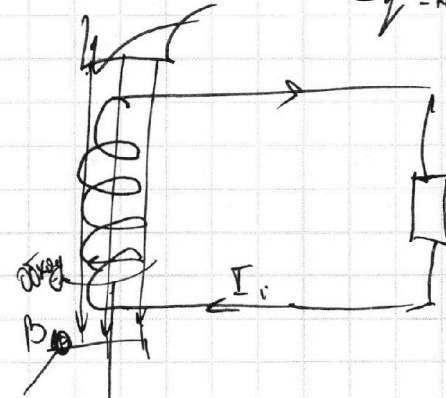
$$I_1 = k \tau$$

$$I = \frac{I_1}{\tau} t$$

$$\dot{I} = \frac{dI}{dt}$$

$$\dot{I} = \frac{I_1}{\tau}$$

$$2 S_1 n B_0 - R I_1 \tau + R$$



$$\mathcal{E}_i =$$

$$\Phi = B_0 S_1 n h$$

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

$$\mathcal{E}_i = L \dot{I} + I R$$

$$\frac{dB S_1 n}{dt} = L \dot{I} + I R$$

$$dB S_1 n = L \dot{I} dt + I dt R$$

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

$$dB S_1 n = L$$

$$\frac{dB S_1 n}{dt} = L \dot{I} + I R$$

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

$$\int_0^{\infty} dB S_1 n =$$

$$dq = R I dt = \frac{I_1}{\tau} t dt$$

$$q_0 = \frac{I_1}{\tau} \frac{\tau^2}{2} =$$

$$= \frac{I_1 \tau}{2}$$

$$U_L = - I R$$

$$L \dot{I} = - I R$$

$$L dI = - dq R$$

$$dq =$$



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!

Черновик

$$n = 1,4$$

$$\frac{1}{F} = \left(\frac{n}{n_{\text{ср}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$R = A \cdot b \cdot n$$

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$F = \frac{R_1 R_2}{n-1}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

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

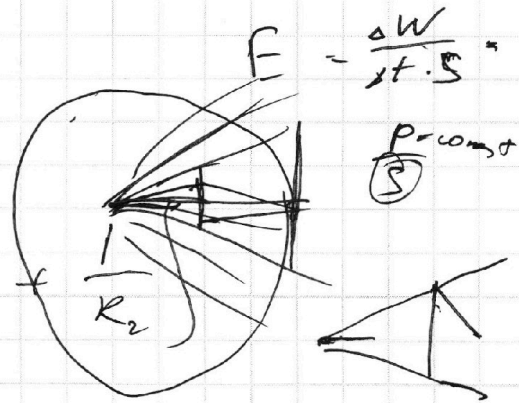
$$R(u) = ku + b$$

$$\frac{n-1}{R_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{n-1}{R_2} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}$$

$$R_1 = \frac{(n-1)(ab)}{(b+a)}$$

$$\frac{0,4 \cdot 12 \cdot 6}{18}$$



$$\frac{0,4 \cdot 18 \cdot 6}{24 \cdot 4}$$

$$= \frac{4 \cdot 18 \cdot 6}{10 \cdot 24 \cdot 4} = 1,8$$

$$\frac{0,4 \cdot 12 \cdot 6}{18 \cdot 4}$$

$$= \frac{18}{10}$$

$$\frac{0,4 \cdot 18 \cdot 6}{24}$$

$$= \frac{4 \cdot 18 \cdot 6}{10 \cdot 24 \cdot 4} = 1,8$$

$$= \frac{4 \cdot 12 \cdot 6}{10 \cdot 18 \cdot 4} = 1,6$$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$Q_{u1} = Q = \alpha U_{u1} + A_{u1} = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \sqrt{R} (T_1 - T_u) =$$

$$= \left(\frac{i}{2} + 1\right) \sqrt{R} p (V_1 - V_u) =$$

$$= C_{u1} \sqrt{(T_1 - T_u)}$$

$$Q_{u3} = Q = \alpha U_{u3} + A_{u3} = \frac{i}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_u) =$$

$$= \frac{i}{2} \sqrt{R} p (V_3 - V_u)$$

или

$$E = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$U = \frac{Q}{C}$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{\epsilon_0 S Q}{d}$$

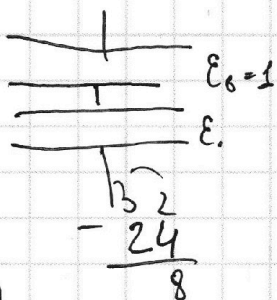
$$= \epsilon_0 S E$$

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{Q d}{\epsilon_0 S} = \frac{E \epsilon_0 S d}{\epsilon_0 S}$$

$$U_0 = E(b) \cdot d = 2$$

$$U = E d$$

$$E(2\text{мм}) = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$



$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\epsilon(d-x) + x}$$

$$\begin{array}{r} 24 - 48 + 32 \\ - 56 \\ 48 \\ \hline 70 \end{array}$$

$$C = \frac{\frac{\epsilon \epsilon_0^2 S^2}{x(d-x)}}{\frac{\epsilon \epsilon_0 S(d-x) + \epsilon_0 S x}{x(d-x)}}$$

$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 S^2 \epsilon_0 S}{\epsilon \epsilon_0 S d - \epsilon \epsilon_0 S x + \epsilon_0 S x}$$

$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{\epsilon d - \epsilon x + x}$$

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



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$\frac{T_2}{T_1}$$

$$= \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1}$$

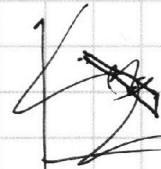
Черновик.

$$C \downarrow (T_4 - T_3) =$$

$$\frac{p_3 V_2}{p_2 V_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$C = 3R$$

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



$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{V_1}{V_4} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{p_3}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$C_{u1} = ?$$

$$A = ?$$

$$Q = ?$$

$$1) p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$p_4 V_4 = \nu R T_4$$

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_3}{p_1} = \frac{V_2}{V_4}$$

$$\frac{p_3 V_2}{p_2 V_1} = \frac{V_2}{V_4}$$

$$\left[\frac{p_3}{p_2} = \frac{V_1}{V_4} \right] = \frac{T_3}{T_2}$$

$$= \frac{2}{5}$$

$$T_2 = \frac{2}{5} T_3$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{T_1}{T_4} = \frac{2}{5}$$

$$T_1 = T_4 \cdot \frac{T_3}{T_2}$$

$$p_1 = p_4$$

$$V_2 = V_3$$

$$\Rightarrow$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$p_4 V_4 = \nu R T_4$$

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

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_4}{p_1}$$

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_4} = \frac{V_2}{V_4} = \frac{p_3}{p_1}$$

$$4-1: Q_{u1} = \Delta U \cdot A$$

$$\frac{V_2}{V_4} = \frac{p_3}{p_1}$$

$$\frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_4) + \nu R (T_1 - T_4) = C_{u1} \nu (T_1 - T_4)$$

$$= Q_{u1} = \dots$$

$$C_{u1} = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R$$

$$- C_{p1} \nu (T_1 - T_4) = \dots$$

$$2-3: Q = \frac{i}{2} C_{u2} \nu (T_3 - T_2) = \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$3-4: Q_{34} = C \downarrow (T_4 - T_3) =$$

$$\left(\frac{i}{2} + 1 \right) R \downarrow (T_1 - T_4) = \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\left(\frac{i}{2} + 1 \right) \left(T_1 - \frac{5}{2} T_1 \right) = \frac{i}{2} (T_3 - T_2) = \frac{i}{2} T_2 \left(\frac{2}{5} - 1 \right)$$