



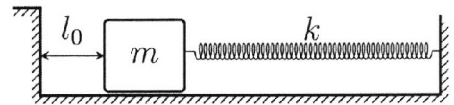
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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

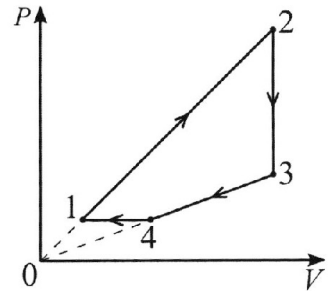


без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось $5l_0/2$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.

- 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?

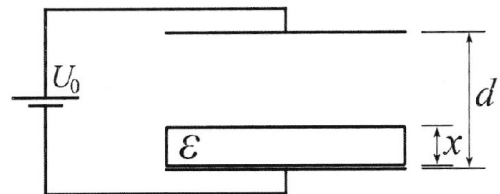
В ответах допустимы обратные тригонометрические функции.

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 теплоёмкость газа в процессе 3-4 равна $C = 3R$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_4/T_1 = 5/2$.

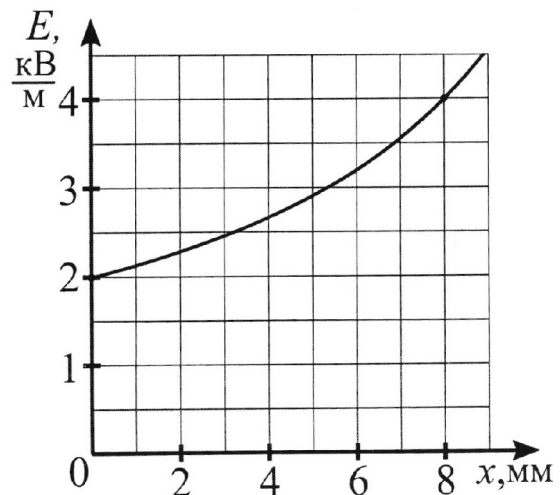


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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.





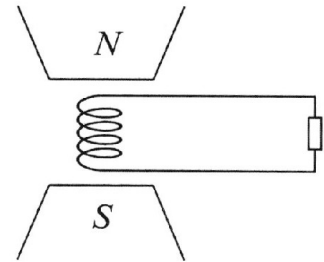
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



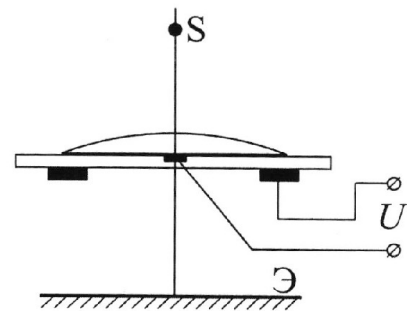
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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

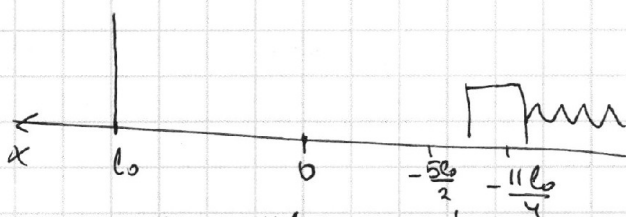
$$\Delta x_2 = \sqrt{\frac{26}{5}} l_0$$

$$3) \tau = t_1 + t_2$$

t_1 - время от отсечения до столкновения

t_2 - время от столкновения до макс. сжатия

~~$t_1: x(t) = \Delta x \cdot \sin(\omega t)$~~
 ~~$l_0 + \frac{11l_0}{4} = x(t) = \Delta x \cdot \sin(\omega t_1)$~~
 ~~$\frac{15l_0}{4} = \frac{11l_0}{4} \cdot \sin \omega t_1$~~
 ~~$\sin \omega t_1 = 1$~~
 ~~$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$~~



$$t_1: x(t) = -\frac{11l_0}{4} \cdot \cos \omega t$$

$$l_0 = x(t_1) = -\frac{11l_0}{4} \cdot \cos \omega t_1, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\cos \omega t_1 = -\frac{4}{11} \Rightarrow \omega t_1 = \arccos\left(-\frac{4}{11}\right)$$

$$t_1 = \arccos\left(-\frac{4}{11}\right) \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$t_2: x(t) = -\frac{5l_0}{2} \cdot \cos \omega t$$

$$l_0 = x(t_2) = -\frac{5l_0}{2} \cdot \cos \omega t_2, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

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

Ответ: 1) $\frac{11l_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$; 2) $l_0 \sqrt{\frac{26}{5}}$; 3) $\sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(-\frac{4}{11}\right) + \arccos\left(-\frac{2}{5}\right) \right)$

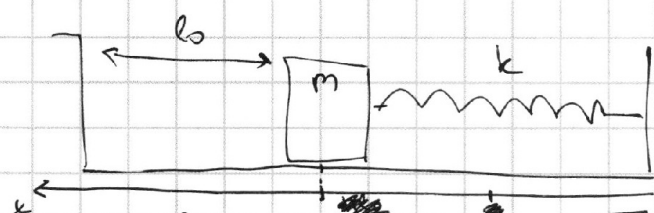


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



$$\Delta x = \frac{11l_0}{4}$$

1) $\frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} \Rightarrow U_1 = \Delta x \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{11l_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$ - скорость при прохождении полож. равновес.

2) пусть отклонение кин. энергий после удара и до равно

~~$\frac{K_2}{K_1} = \alpha$~~ $\frac{K_2}{K_1} = \alpha \Rightarrow K_2 = \alpha K_1$

ЗСЭ: $\frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{kl_0^2}{2} + \frac{mU_2^2}{2}$ U_2 - скорость перед первым ударом

$$K_1 = \frac{mU_2^2}{2} = \frac{k}{2}(\Delta x^2 - l_0^2) = \frac{k}{2}\left(\left(\frac{11}{4}\right)^2 l_0^2 - l_0^2\right) = \frac{kl_0^2}{2} \cdot \left(\frac{121}{16} - 1\right) =$$

$$= \frac{kl_0^2}{2} \cdot \frac{105}{16} = \frac{105}{32} kl_0^2$$

K_1 - кин. энергия перед ударом

K_2 - кин. энергия после удара

$$K_2 = \alpha K_1 = \alpha \cdot \frac{105}{32} kl_0^2$$

ЗСЭ (после удара и до макс. сжатия):

$$K_2 + \frac{kl_0^2}{2} = \frac{k(\Delta x')^2}{2}, \text{ где } \Delta x' = \frac{5l_0}{2} - \text{по условию}$$

$$\alpha \cdot \frac{105}{32} kl_0^2 + \frac{kl_0^2}{2} = \frac{k}{2} \cdot \frac{25l_0^2}{4} \quad | : (kl_0^2)$$

$$\frac{105}{32} \alpha + \frac{1}{2} = \frac{25}{8} \Rightarrow \alpha = \frac{4}{5}$$

K_3 - кин. энергия после второго удара:

$$K_3 = \alpha K_2 = \alpha^2 \cdot \frac{105}{32} kl_0^2 = \frac{16}{25} \cdot \frac{105}{32} kl_0^2 = \frac{21}{10} kl_0^2$$

ЗСЭ (после второго удара и до макс. сжатия после второго удара):

$$\frac{21}{10} kl_0^2 + \frac{kl_0^2}{2} = \frac{k\Delta x_2^2}{2}$$

Δx_2 - макс. сжатие после второго удара

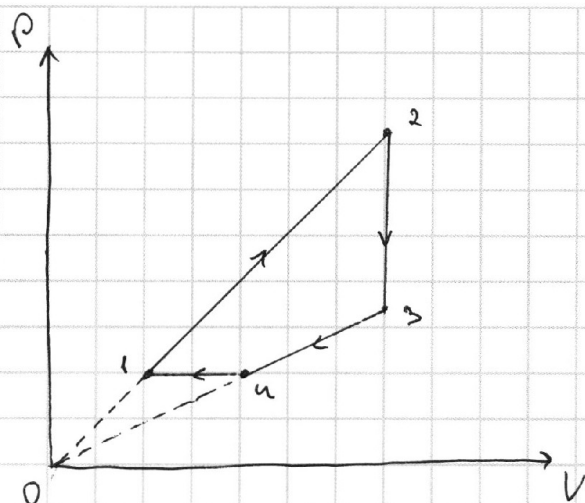


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



т.к. на участках 1-2 и 3-4 $p \sim 1/V$, то
 $T_{12} = \text{const}$, $T_{34} = \text{const}$
 $p_1 V_1 = \nu R T_1$
 $p_2 V_2 = \nu R T_1$
 $p_3 V_3 = \nu R T_3$
 $p_4 V_4 = \nu R T_3$

$$Q = p_1(V_4 - V_1) = \nu R(T_4 - T_1)$$

$$Q = p_1(V_4 - V_1) = \nu R(T_4 - T_1) = \frac{i}{2} \nu R(T_2 - T_3)$$

$$Q = \nu R(T_4 - T_1) = \nu R T_1 \left(\frac{3}{2} \right) = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$1) C_H = \frac{p_1(V_4 - V_1)}{(T_1 - T_4)\nu} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T_1}{\frac{3}{2} T_1 \nu} = R$$

$$2) \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} ; \frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_2}{V_1} ; p_3 = \frac{p_4 V_3}{V_4}$$

$$\begin{aligned} A &= A_{12} + A_{34} + A_{41} = \frac{p_2 + p_1}{2} \cdot (V_2 - V_1) + \frac{p_3 + p_4}{2} (V_4 - V_3) + Q = \\ &= \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1 + p_1 V_2) + \frac{1}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3 + p_3 V_4 - p_4 V_3) + Q = \\ &= \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_1 V_2 + p_2 V_1) + \frac{1}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3 + p_4 V_3 - p_3 V_4) + Q = \\ &= \frac{1}{2} \nu R(T_2 - T_1) + \frac{1}{2} \nu R(T_4 - T_3) + Q \end{aligned}$$

$$C = 3R = \frac{A_{34} + \Delta U_{34}}{\nu(T_4 - T_3)} = \frac{\frac{1}{2} \nu R(T_4 - T_3) + \frac{i}{2} \nu R(T_4 - T_3)}{\nu(T_4 - T_3)} =$$

$$= \frac{1}{2} R + \frac{i}{2} R = \frac{1+i}{2} R = 3R \Rightarrow i = 5 \Rightarrow \text{двухатомный газ}$$



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!

$$A = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} \nu R (T_4 - T_3) + Q$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_3)$$

$$A = +\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_3) + \frac{1}{2} \nu R (T_4 - T_3) + Q =$$
$$= +\frac{Q}{5} + \frac{Q}{2} + Q = \cancel{\frac{13}{10} Q} \quad \frac{17}{10} Q$$

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{A}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) = 3 \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} ; \quad \frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4} ; \quad p_1 = p_4 ; \quad V_2 = V_4$$

$$p_2 = p_1 \frac{V_2}{V_1} ; \quad V_2 = \frac{p_3 V_4}{p_1}$$

$$\nu R T_2 = p_2 V_2 = \frac{V_2}{V_1} \cdot p_3 V_4 = p_3 V_3 \cdot \frac{V_4}{V_1} = p_3 V_3 \cdot \frac{T_4}{T_1}$$

$$\nu R T_2 = \nu R T_3 \cdot \frac{5}{2} \Rightarrow T_2 = \frac{5}{2} T_3$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_3) = \frac{5}{2} \nu R T_2 \left(1 - \frac{2}{5}\right) = \frac{8}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot \nu R T_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2$$

$$\text{Ответ: 1) } R ; 2) \frac{17}{10} Q ; 3) \frac{17}{30}$$



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.

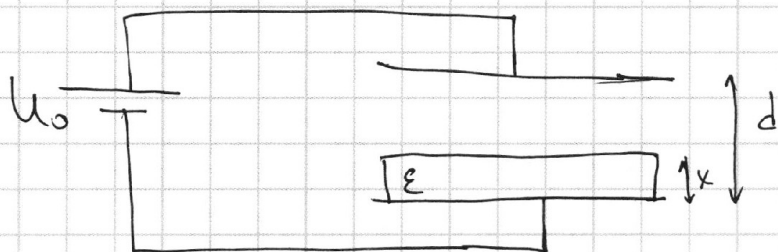
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

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!



$$U_0 = U_1 + U_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}; \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d-x}$$

$$U_0 = Q \left(\frac{d-x}{\epsilon \epsilon_0 S} + \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 S} \right) = \cancel{Q \left(\frac{d-x}{\epsilon \epsilon_0 S} + \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 S} \right)} = Q \left(\frac{\epsilon d - \epsilon x + x}{\epsilon \epsilon_0 S} \right) = Q \left(\frac{\epsilon d + x(1-\epsilon)}{\epsilon \epsilon_0 S} \right)$$

$$1) \quad E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{U_0 \cdot \epsilon}{\epsilon d + x(1-\epsilon)}$$

$$U_0 \text{ графика: } E(0) = 2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

$$\cancel{E(0)} \quad 2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} = \frac{U_0}{d} \Rightarrow U_0 = 2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 24 \text{ В}$$

$$\cancel{E(8\text{мм}) = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}}$$

$$2) \quad E \epsilon d + E x(1-\epsilon) = U_0 \epsilon$$

$$\epsilon(E d - U_0 - E x) + E x = 0 \Rightarrow \epsilon = \frac{E x}{U_0 + E(x-d)}$$

$$E(8\text{мм}) = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

$$\epsilon = \frac{4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot 8\text{мм}}{24\text{В} + 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot (-4\text{мм})} = 4$$

Ответ: 1) 24 В; 2) 4



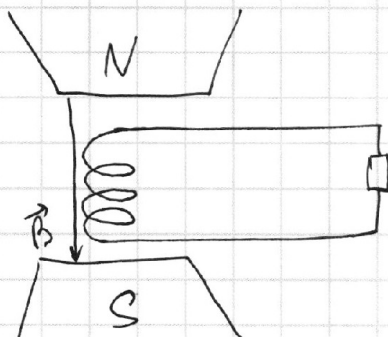
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
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!



$$1) \mathcal{E}_i = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = n S_1 \cdot \left| \frac{dB}{dt} \right|$$

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \cdot \frac{dB}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(n S_1 B)}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \cdot \frac{dB}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(n S_1 B)}{dt}$$

т.к. известно, что ток возрастает линейно, то

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \cdot \frac{dB}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(n S_1 B)}{dt}$$

$$I(t) = k t$$

$$I(0) = I_0 = k \tau$$

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \cdot \frac{dB}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(n S_1 B)}{dt}$$

$$k t = \frac{n S_1}{R} \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$k = \frac{n S_1}{R} \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$I = k t = \frac{n S_1}{R} \cdot \frac{dB}{dt} \cdot t$$

$$1) I(t) = k t \quad \left| \frac{d}{dt} \right|$$

$$\dot{I} = k = \frac{I_0}{\tau}$$

$$k = \frac{I_0}{\tau}$$

$$2) \mathcal{E}_i = U_L + IR$$

$$n S_1 \left| \frac{dB}{dt} \right| = L \frac{dI}{dt} + IR \quad \left| \cdot dt \right|$$

$$n S_1 dB = L dI + d q R$$

$$n S_1 \Delta B = L \Delta I + q R$$

$$n S_1 B_0 = 0 + q R \Rightarrow q = \frac{n S_1 B_0}{R}$$



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 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!

$$3) \quad nS, B = LI + q, R$$

$$nS, B_0 = LI_1 + q, R$$

$$q, = \int_0^{\tau} I(t) dt = \int_0^{\tau} k t dt = \frac{k \tau^2}{2} = \frac{I_1 \tau}{2}$$

$$nS, B_0 = LI_1 + \frac{I_1 \tau R}{2} \Rightarrow L = \frac{nS, B_0 - \frac{I_1 \tau R}{2}}{I_1} =$$

$$= \frac{nS, B_0}{I_1} - \frac{\tau R}{2}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{I_1}{\tau}; 2) \frac{nS, B_0}{R}; 3) \frac{nS, B_0}{I_1} - \frac{\tau R}{2}$$



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 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!

$$2) R \sim U \Rightarrow R = kU + R_0$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} ; f = b, F = \frac{R}{n-1}$$

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

$$\frac{n-1}{kU + R_0} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

~~$$k = \frac{(n-1)(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b})}{U_1} - \frac{R_0}{U_1}$$~~

$$k = \frac{n-1}{U(\frac{1}{a} + \frac{1}{b})} - \frac{R_0}{U}$$

$$U = U_1 = 1B \text{ при } a = a_1 = 12 \text{ см}; U = U_2 = 2B \text{ при } a = a_2 = 18 \text{ см}$$

~~$$k = \frac{(n-1)(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b})}{U_1} - \frac{R_0}{U_1} = \frac{(n-1)(\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b})}{U_2} - \frac{R_0}{U_2}$$~~

~~$$\begin{aligned} (n-1)(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b})U_2 - R_0U_2 &= (n-1)(\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b})U_1 - R_0U_1 \\ R_0(U_2 - U_1) &= (n-1)(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2}) \\ R_0 &= \frac{(n-1)(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2})}{\frac{1}{U_2} - \frac{1}{U_1}} \end{aligned}$$~~

$$\frac{n-1}{U_1(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b})} - \frac{R_0}{U_1} = \frac{n-1}{U_2(\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b})} - \frac{R_0}{U_2}$$

$$R_0(\frac{1}{U_1} - \frac{1}{U_2}) = (n-1) \left(\frac{1}{U_1(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b})} - \frac{1}{U_2(\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b})} \right)$$

$$R_0 = \frac{(n-1) \left(\frac{1}{U_1(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b})} - \frac{1}{U_2(\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b})} \right)}{\frac{1}{U_1} - \frac{1}{U_2}} = \frac{64}{35} \text{ см}$$

#

$$\frac{a}{F} = \tan \varphi \approx \sin \varphi \Rightarrow \frac{a}{F} = \frac{a}{R(n-1)} \Rightarrow F = \frac{R}{n-1}$$



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 ☐

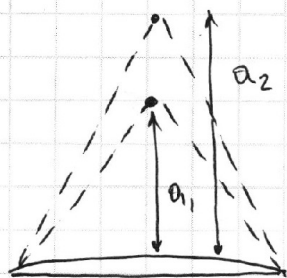
СТРАНИЦА
3 из 3

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!

$$3) E = \frac{W}{q \Delta t}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} \cdot \frac{q_2}{q_1} = \frac{W_1}{W_2}$$

$$q_1 = q_2$$



$$R_1 = \frac{q}{a_1}; R_2 = \frac{q}{a_2}$$

R - телесный угол

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$\text{Ответ: } 1) F = \frac{R}{n-1}; 2) \frac{64}{35} \text{ см}; 3) 1,5$$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

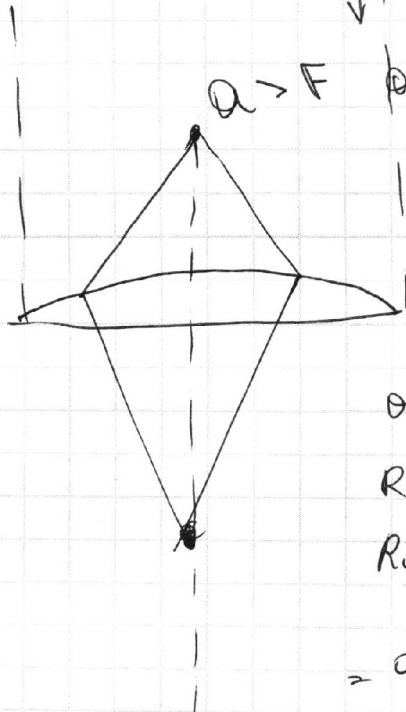
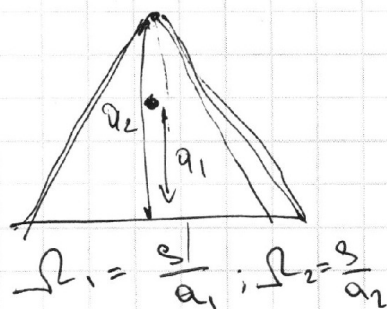
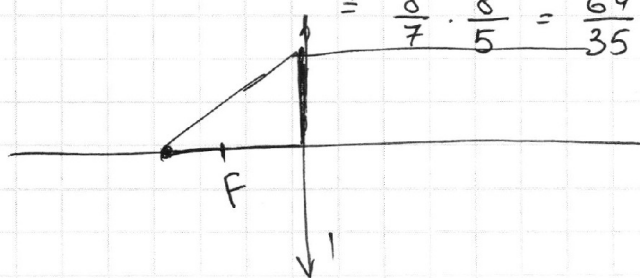
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$0,4 \left(\frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{6}} - \frac{1}{2(\frac{1}{8} + \frac{1}{6})} \right) = \tau_2 - \tau_1 = ?$$

$$= \frac{0,4}{\frac{1}{2}} \left(4 - \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{3}} \right) = 0,8 \left(4 - \frac{12}{7} \right) =$$

$$= 0,8 \cdot \frac{28-12}{7} = \frac{8}{10} \cdot \frac{16}{7} =$$

$$= \frac{8}{7} \cdot \frac{8}{5} = \frac{64}{35} \text{ cm}$$



$$a > F \quad a = F$$

$$a_1 = \frac{R_1}{n-1} = \frac{k u_1 + R_0}{n-1} \quad \frac{W_1}{W_2} = \frac{R_1}{R_2} =$$

$$a_2 = \frac{R_2}{n-1} = \frac{k u_2 + R_0}{n-1} = \frac{a_2}{a_1}$$

$$k = \frac{a_1(n-1) - R_0}{u_1} = \frac{a_2(n-1) - R_0}{u_2}$$

$$a_1(n-1)u_2 - R_0u_2 = a_2(n-1)u_1 - R_0u_2$$

$$R_0(u_2 - u_1) = (n-1)(a_1u_2 - a_2u_1)$$

$$R_0 = \frac{(n-1)(a_1u_2 - a_2u_1)}{u_2 - u_1} = \frac{0,4(12 \cdot 2 - 18 \cdot 1)}{1} =$$

$$= 0,4 \cdot 6 = 2,4 \text{ cm}$$

~~$$b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i(n) \rightarrow p = \frac{1}{n}$$~~



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!

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt} = Lk$$

//
IR

$$+ n S_1 \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt} + IR$$

$$n S_1 dB = L dI + IR dt$$

$$n S_1 B = -L \frac{I^2}{2} + C$$

$$B(0) = B_0$$

$$n S_1 B_0 = C$$

$$B = -\frac{k R t^2}{2 n S_1} + B_0 = \boxed{B_0 - \frac{k R}{2 n S_1} t^2}$$

$$L \left| \frac{dI}{dt} \right| = \left| \frac{dB}{dt} \right| n S_1 \rightarrow L = \frac{n S_1 \cdot \frac{k R}{n S_1} \cdot t}{k} =$$

$$B = B_0 - \frac{k R}{2 n S_1} t^2$$

$$n S_1 \left| \frac{dB}{dt} \right| = IR$$

$$n S_1 \cdot \frac{k R}{n S_1} = IR \rightarrow I = k = \frac{I_0}{t}$$

$$L \frac{dI}{dt} = IR \quad \boxed{Lk = I \cdot R}$$

$$\mathcal{E}_i = L \frac{dI}{dt} + IR$$

$$n S_1 \left(\frac{dB}{dt} \right) = L \frac{dI}{dt} + IR \rightarrow n S_1 dB = L dI + IR dt$$

$$n S_1 \Delta B = L \Delta I + IR \Delta t$$

$$0 = L \frac{I}{t} + \frac{I_0 R}{2} \Delta t$$

$$\boxed{L = \frac{R t}{2}}$$

$$n S_1 \cdot B_0 = L I + q R$$

$$q = \int_0^T k dt = \frac{I_0 T}{2}$$

$$q = \frac{n S_1 m_0}{R}$$

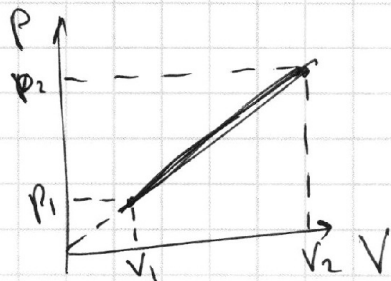


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$A = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1)$$

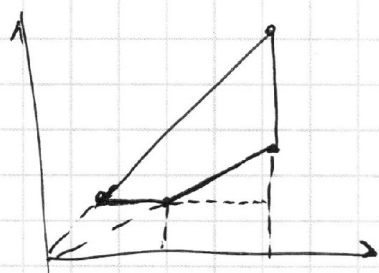
$$\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2}$$

$$\frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_3) = Q$$

$$\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_3}{V_3} = \frac{P_4}{V_4} \Rightarrow \frac{P_3}{V_2} = \frac{P_1}{V_4}$$



$$A = P_1 V_1 - \frac{(P_2 - P_1)}{2} \cdot (V_3 - V_1) + \frac{P_3 + P_1}{2} (V_3 - V_4) =$$

$$= \frac{1}{2} (P_2 V_3 - P_2 V_1 - P_1 V_3 - P_3 V_3 + P_3 V_4 + P_1 V_3 - P_1 V_4) =$$

$$\frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_2 \cdot \frac{P_1}{P_2} V_2 - P_2 V_1 - P_3 V_3 + P_1 V_2 - P_1 V_4) =$$

$$= \frac{1}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_3 - P_1 V_4) = \frac{1}{2} \nu R \frac{\nu R}{2} (T_2 - T_3 - T_4) =$$

$$= \frac{\nu R}{2} \left(\frac{2Q}{5\nu R} - \frac{2Q}{3\nu R} \cdot \frac{5}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{2Q}{5} + \frac{5Q}{3} \right) =$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\begin{aligned} \nu R (T_2 - T_1) &= P_2 V_2 - P_1 V_1 = \\ &= \frac{P_1}{V_1} V_2^2 - P_1 V_1 = \\ &= \frac{P_1}{V_1} (V_2^2 - V_1^2) \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{6+25}{15} = \frac{19}{30}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$P_1 V_1 \sim T_1$$

$$P_2 V_2 \sim T_2$$

$$P_4 V_4 \sim T_4$$

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{P_4 V_4}{P_1 V_1}$$

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



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$A_{\text{участ}} = \frac{(p_2 + p_1)}{2} (V_2 - V_1) + \frac{p_3 + p_4}{2} (V_4 - V_3) +$$

$$+ p_1 (V_1 - V_4) =$$

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

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{\frac{VRT_4}{p_4}}{\frac{VRT_1}{p_1}}$$

$$= \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1 + p_1 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2} (p_3 V_4 - p_3 V_3 + p_4 V_4 - p_4 V_3) +$$

$$+ Q = -\frac{p_1}{V_1} \frac{V_1}{V_2}$$

$$= \frac{1}{2} (VRT_2 - VRT_1$$

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

$$VRT_2 = p_2 V_2 =$$

$$= p_3 V_3$$

$$\frac{4 \cdot 8}{24 = 16} = \frac{32}{8} = 4 \quad A = \frac{p_3 + p_4}{2} (V_4 - V_3) =$$

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

$$= \frac{p_4 \left(\frac{V_3}{V_4} + 1 \right)}{2} (V_4 - V_3) =$$

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

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

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

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

$$T_2 - T_1$$

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

$$\frac{3Q}{2} - \frac{Q}{5} = \frac{15Q - 2Q}{10} = \frac{13}{10} Q$$

$$Q = \frac{5}{2} VR (T_2 - T_3) = p_3 V_3 \frac{V_4}{V_1} =$$

$$Q = VR (T_4 - T_1) \quad \cdot \frac{5}{2}$$

$$\frac{4Q}{5} + \frac{Q}{2} = \frac{8Q + 5Q}{10} = \frac{13}{10} Q$$

$$\cancel{T_1} = VRT_3 \cdot \frac{5}{2} = VR T_2$$

$$\frac{5}{2} Q = \frac{5}{2} VR (T_4 - T_1) \quad T_2 = \frac{5}{2} T_3$$

$$Q = \frac{5}{2} VR (T_2 - T_3)$$

$$\frac{8}{2} Q = \frac{5}{2} VR (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} VR (T_4 - T_1)$$

$$VRT_2 = p_2 V_2$$

$$VRT_1 = p_1 V_1$$

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} \rightarrow \frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4}$$

$$VRT_4 = p_4 V_4 = p_1 V_1$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{V_4}{V_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

$$\frac{6Q}{5} + \frac{Q}{2} = \frac{12 + 5}{10} Q = \frac{17}{10} Q$$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\alpha = \frac{\frac{25}{8} - \frac{1}{2}}{105} \cdot 32 = \frac{25-4}{8} \cdot \frac{32}{105} = \frac{21 \cdot 32}{8 \cdot 105} =$$

$$= \frac{21 \cdot 4}{105} = \frac{4}{5}$$

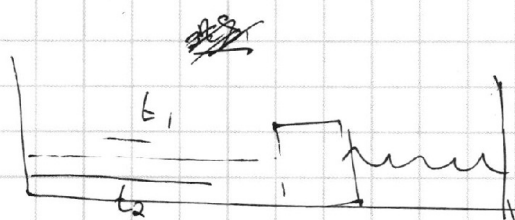
$$105 \overline{) 521}$$

$$f = \omega r \sin \theta$$

$$\frac{21}{10} \text{ м/с}^2$$

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} ; \frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4}$$

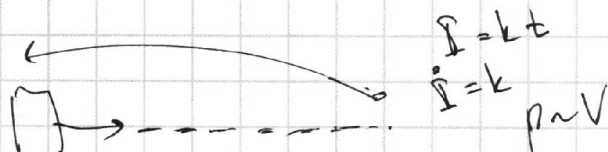
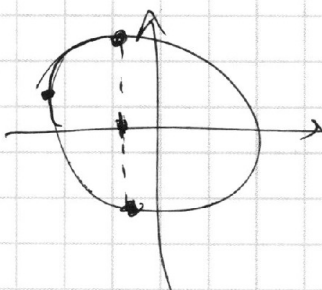
$$\frac{21}{5} \omega^2 + \omega^2 = \Delta x_2^2 \rightarrow \Delta x_2^2 = \frac{26}{5} \omega^2 \quad \Delta x_2 = \omega \sqrt{\frac{26}{5}}$$



$$F = kt$$

$$I = kt$$

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



$$E_c = k + R$$

$$F = kt$$

$$\dot{F} = k$$

$$p \sim V$$

$$T = \omega r \sin \theta$$

$$Q_{12} = Q_{41} = -Q$$

$$C_{34} = 3R$$

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

$$A =$$

$$Q = p_1(V_4 - V_1) =$$

$$= \nu R(T_3 - T_1)$$

$$\frac{dB}{dt^2} = \omega r \sin \theta$$

$$C_{41} = \frac{Q_{41}}{\delta T} = \frac{Q}{\nu(T_1 - T_4)} = \frac{-Q}{\nu T_1(1 - \frac{5}{2})} = \frac{Q \cdot 5}{\nu T_1 \cdot 3} =$$

$$\nu R T_1 = p V_1 = \nu R \frac{1}{2} (T_1 + T_2)$$

$$E_c = n e_s \left(\frac{dB}{dt} \right) = I R$$

$$C = 3R = \frac{p_4 - p_3}{2} (V_3 - V_4) + \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_4)$$

$$T_3 - T_4$$

$$LH = \frac{I_1 T}{2} R$$