



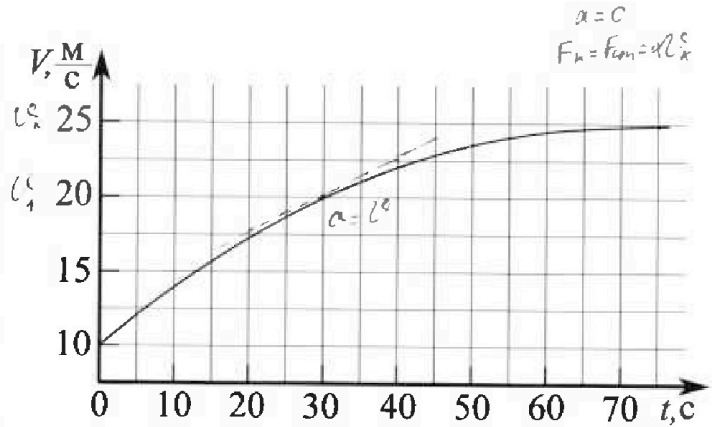
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.

2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .

3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

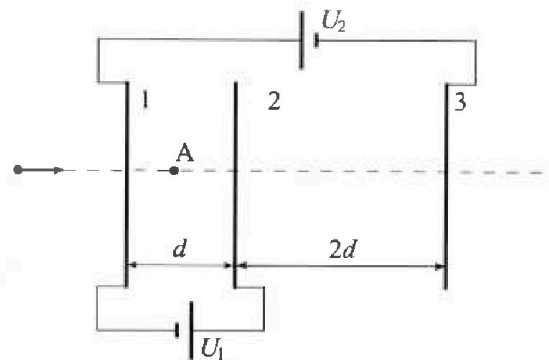
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = k p V$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.

2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

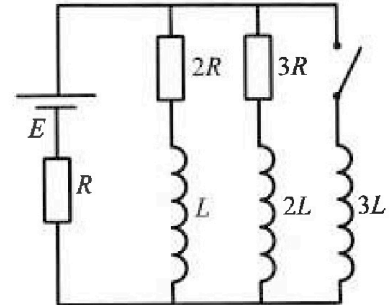
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

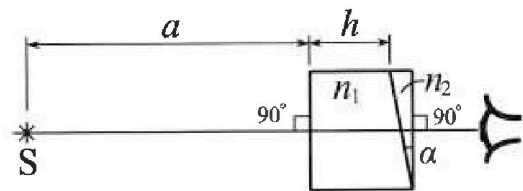


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) $a = v'(t) = \operatorname{tg} \alpha$, где α - угол между кас. к гр. и О-т.

В м. $t = 30\text{c}$ $v = v_1$

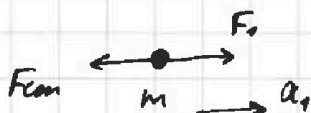
$$a = \frac{v(40\text{c}) - v(30\text{c})}{40\text{c} - 30\text{c}} = \frac{22,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10\text{c}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) В конце ускор. $a = 0 \Rightarrow$ по 23И $F_k = F_{\text{ком}}$

$$F_k = k v_k \quad v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500\text{Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{с}}$$

Плюс $v = v_1$:



23И:

$$F_k - F_{\text{ком}} = m a_1$$

$$F_1 = m a_1 + k v_1 = 1800\text{кг} \cdot 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 20 \frac{\text{Н}}{\text{с}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 450\text{Н} + 400\text{Н} = 850\text{Н}$$

3) $P = F \cdot v$

$$P_1 = F_1 \cdot v_1 = 850\text{Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17000 \text{Вт} = 17 \text{кВт}$$

Ответ: 1) $a_1 = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $F_1 = 850\text{Н}$

3) $P_1 = 17 \text{кВт}$

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

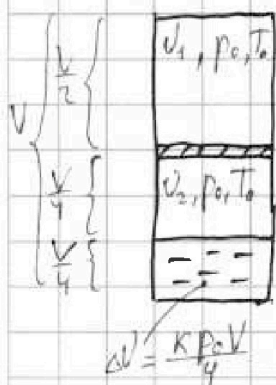


N2

Поршень невесомый, поэтому $P_{01} = P_{02} = P_{03} = P_{04}$

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V} \quad T = \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{4}{5} T$$

1) До нагревания:

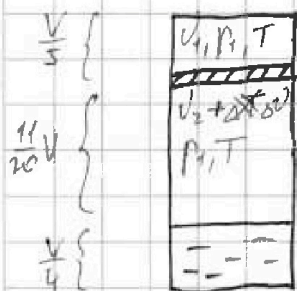


$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0, & \nu_1 = \frac{p_0 V}{2 RT_0} \\ p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 RT_0, & \nu_2 = \frac{p_0 V}{4 RT_0} \end{cases}$$

$$\nu_2 = \frac{1}{2} \nu_1$$

$$\Delta V = \frac{K p_0 V}{4}$$

2) После нагревания:



$$p_1 \frac{V}{5} = \nu_1 RT$$

$$p_1 = \frac{5 \nu_1 RT}{V} = \frac{5 RT}{V} \cdot \frac{p_0 V}{2 RT_0} = \frac{5 T}{2 T_0} p_0 = \frac{25}{8} p_0, \quad \frac{\nu_1 RT}{V} = \frac{5}{8} p_0$$

Давление в нижней части равно сумме парц. давлений упр. газа и нас. водяного пара.

$$p_{un}(T) = p_{atm}$$

$$p_1 = p_{atm} + \frac{(\nu_2 + \Delta \nu) RT}{\frac{11}{20} V}$$

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{atm} + \frac{10}{11} \frac{\nu_1 RT}{V} + \frac{20}{11} \frac{RT}{V} \cdot \frac{K p_0 V}{4}$$

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{atm} + \frac{50}{11} p_0 + \frac{5}{11} RT K p_0$$

$$p_0 \left(\frac{25}{8} - \frac{50}{11} - \frac{5 RT K}{11} \right) = p_{atm}$$

$$p_0 = p_{atm} \cdot \frac{11}{245 - 50 - 40 RT K} = \frac{11}{185} p_{atm}$$

Ответ: 1) $\nu_2 = \frac{1}{2} \nu_1$

2) $p_0 = \frac{11}{185} p_{atm}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

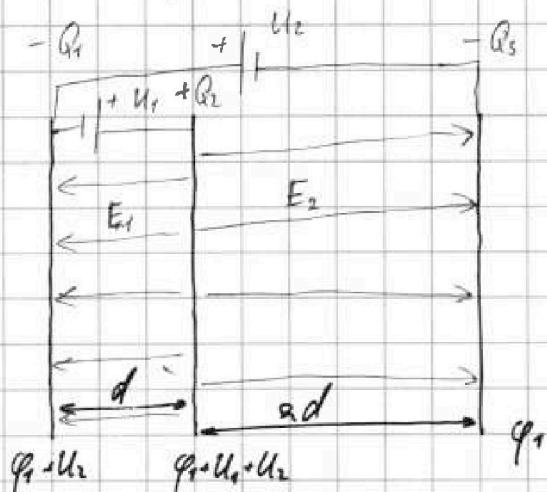


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N3

Размеры сеток $d \gg d$, поэтому поле между сетками можно считать однородным.



$$|E_1| = \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d}$$

$$|E_2| = \frac{U_1 + U_2}{2d} = \frac{5U}{2d}$$

Ответ: 1) $a_1 = \frac{qU}{md}$
2) $K_2 - K_1 = qU$

1) $q|E_1| = m|a_1|$

$$a_1 = \frac{qE_1}{m} = \frac{qU}{md}$$

2) ЗСЭ:

$$K_1 = K_2 + qU_1$$

$$K_2 - K_1 = qU$$

3) Находим относительные заряды сеток

$Q_2 = Q_1 + Q_3$ т.к. одинаково сеточные заряды

$$|E_1| = \frac{Q_2}{2\epsilon\epsilon_0} + \frac{Q_1}{2\epsilon\epsilon_0} - \frac{Q_3}{2\epsilon\epsilon_0} = \frac{U}{d}$$

$$\frac{Q_3}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{5}{2} \frac{Q_1}{\epsilon\epsilon_0}$$

$$|E_2| = \frac{Q_3}{2\epsilon\epsilon_0} + \frac{Q_2}{2\epsilon\epsilon_0} - \frac{Q_1}{2\epsilon\epsilon_0} = \frac{5U}{2d}$$

$$Q_3 = 2,5 Q_1$$

$$Q_2 = 3,5 Q_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

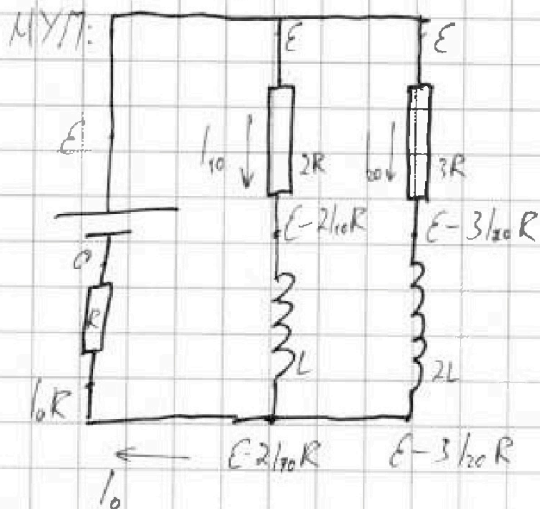
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



НЧ

1) В установившемся режиме напряжение на индуктивности равно нулю



$$\begin{cases} I_{10}R = E - 2I_{10}R \\ I_{20}R = E - 3I_{20}R \\ I_0 = I_{10} + I_{20} \end{cases}$$

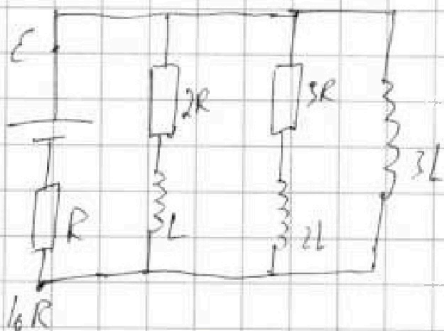
$$\begin{cases} I_{10} + I_{20} = \frac{E}{R} - 2I_{10}R \\ I_{10} + I_{20} = \frac{E}{R} - 3I_{20} \end{cases}, I_{10} = \frac{E}{R} - 3I_{20}$$

$$I_{20} = \frac{E}{R} - 4I_{20} = \frac{E}{R} - \frac{4E}{R} + 12I_{20}$$

$$\frac{3E}{R} = 11I_{20}$$

$$I_{20} = \frac{3E}{11R}, I_{10} = \frac{2E}{11R}, I_0 = \frac{5E}{11R}$$

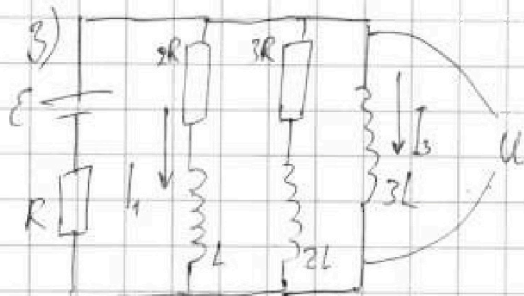
2) ток в катушке скачком не меняется \Rightarrow после замыкания ключа ток остается тем же.



$$U_{20} = 3L \cdot I_2'$$

$$I_2' = \frac{U_{20}}{3L} = \frac{E - I_0R}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11}E}{3L} = \frac{2E}{11L}$$

Посл. режимы после замык. ключа $U_1 = U_{20} = U_{30} = 0 \Rightarrow I_1 = 0, I_3 = \frac{E}{R}$



$$\begin{cases} U = 3L \cdot \frac{dI_3}{dt} \\ U = 2I_1R + L \frac{dI_1}{dt} \end{cases}$$

$$3L \frac{dI_3}{dt} = 2I_1R + L \frac{dI_1}{dt} \cdot dt$$

$$3L dI_3 = 2R dq_1 + L dI_1$$

$$dq_1 = \frac{L}{2R} (3dI_3 - dI_1)$$

$$q_1 = \frac{L}{2R} \left(3 \left(\frac{E}{R} - 0 \right) - (0 - I_{10}) \right) = \frac{L}{2R} \left(\frac{3E}{R} + \frac{3E}{11R} \right) = \frac{36EL}{22R^2} = \frac{18EL}{11R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Ответы:

- $1) I_{a0} = \frac{3E}{11R}$
- $2) I_3' = \frac{2E}{11L}$
- $3) q_1 = \frac{10EL}{11R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

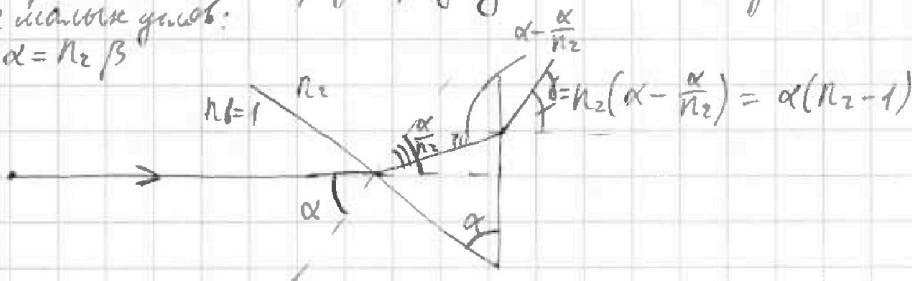


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



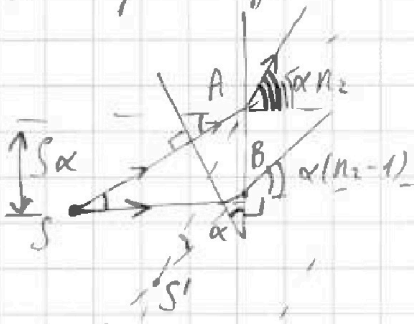
NS

1) При $n_1 = n_2$ первую призму можно не учитывать
Для малых углов:
 $n_1 \alpha = n_2 \beta$



$$\gamma = \alpha(n_2 - 1) = 0,1 \text{ рад} \cdot 0,7 = \underline{0,07 \text{ рад}}$$

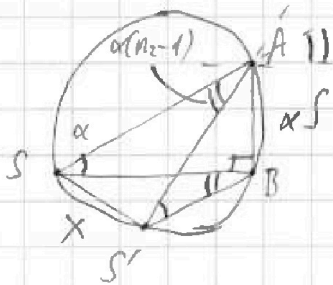
2) Найдем угол отклонения с помощью формулы углов



Угол между лучами $S'A$ и $S'B$:

$$\alpha n_2 - \alpha(n_2 - 1) = \alpha \Rightarrow \angle ASB \text{ и } \angle AS'B$$

используют на одной дуге окружности



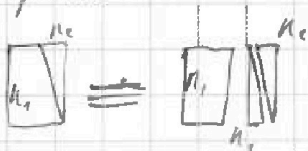
м. суммарно:

$$\frac{x}{d(n_2 - 1)} = \frac{\alpha S}{\alpha}$$

$$x = S\alpha(n_2 - 1) = (0,1 + 0,07) \alpha(n_2 - 1) =$$

$$= 203 \text{ см} \cdot 0,07 \approx \underline{14 \text{ см}}$$

3) Систему можно разбить на П.П.П. и две призмодоуплотнительной формы



П.П.П. обратит изображение источника на $h \frac{(n_2 - 1)}{n_1}$

поскольку угол α мал, можно считать, что $SS' \parallel AB$, тогда

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



смещение изображения призмами будет складываться

$$S \leftarrow \text{смещение П.П.П.} = h \frac{n_2 - 1}{n_1}$$
$$S' = (a + h - h \frac{n_2 - 1}{n_1}) \alpha (n_2 - n_1) = (a + \frac{h}{n_1}) \alpha (n_2 - n_1)$$

По т. Пифагора $SS' = \sqrt{(h \frac{n_2 - 1}{n_1})^2 + ((a + \frac{h}{n_1}) \alpha (n_2 - n_1))^2} =$
 $= \sqrt{(9 \text{ см} \cdot \frac{1}{3})^2 + ((800 \text{ см}) \cdot 0,1 \cdot 0,2)^2} = \sqrt{9 \text{ см}^2 + 4 \text{ см}^2} = \sqrt{13} \text{ см}$

- Ответ: 1) $\gamma = 0,07 \text{ рад}$
2) $x = 14 \text{ см}$
3) $SS' = \sqrt{13} \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

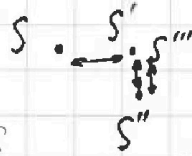
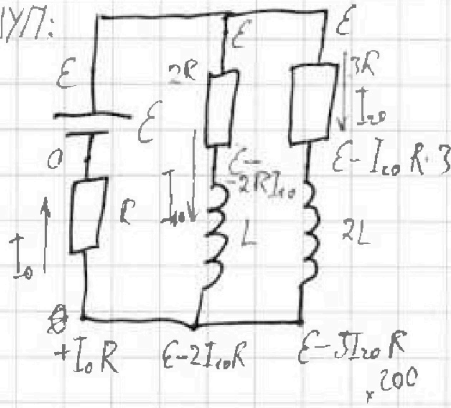
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порука QR-кода недопустима!

1) В установившемся режиме напряжение на индуктивности равно нулю.

МНТ:



$$\begin{cases} +I_{10}R = E - 2I_{10}R \\ +I_{20}R = E - 3I_{20}R \\ I_0 = I_{10} + I_{20} \end{cases}$$

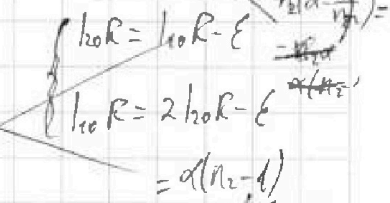
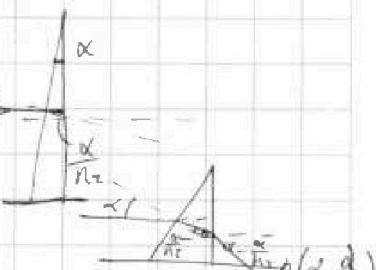
$$\begin{cases} I_{10}R + I_{20}R = 2I_{10}R - E \\ I_{10}R + I_{20}R = 3I_{20}R - E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{20}R = I_{10}R - E \\ I_{10}R = 2I_{20}R - E \end{cases}$$

$$I_{10}R = 2I_{20}R - 2E - E$$

$$\begin{cases} I_{10}R + I_{20}R = E - 2I_{10}R \\ I_{10}R + I_{20}R = E - 3I_{20}R \end{cases}$$

$$3E = I_{10}R \cdot \frac{x}{\alpha(n_2-1)} = S$$

$$I_{10} = \frac{3E}{R} \quad x = S\alpha(n_2-1)$$



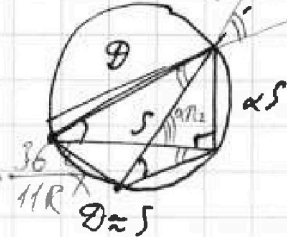
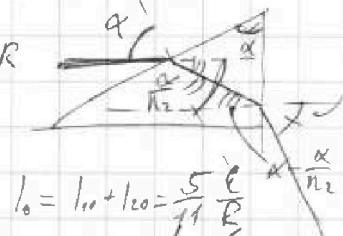
$$I_{20}R = E - 3I_{10}R$$

$$I_{20}R = E - \frac{9}{11}E = \frac{2}{11}E$$

$$I_{10}R = E - 9I_{20}R = E - 9E + 12I_{10}R$$

$$3E = 11I_{10}R$$

$$1) \quad I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

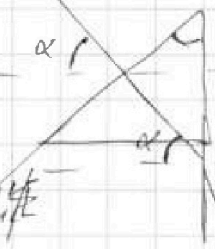
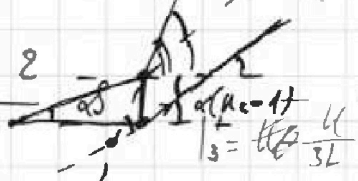


$$n_2(\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) = \alpha(n_2-1)$$

$$\Phi = LI$$

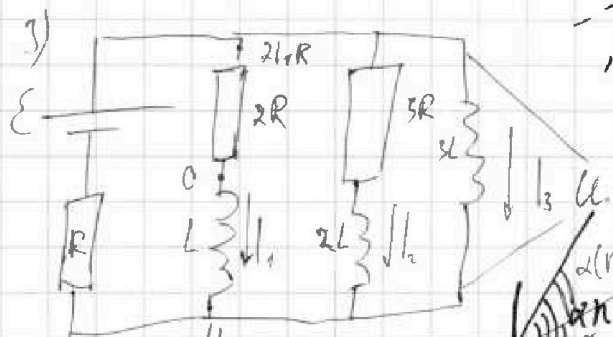
$$E = \frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$2) \quad I_3' = \frac{E - I_0R}{3L} = \frac{6}{11} \frac{E}{3L} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$



$$I_3 = \frac{24R}{3L} + \frac{1}{3} \frac{E}{L}$$

$$I_3' = \frac{2I_1R}{3L} + \frac{1}{3} \frac{E}{L}$$



$$\Delta I_3 = \frac{2R}{3L} \Delta q_1 + \frac{1}{3} \Delta I_1$$

$$\Delta I_3 = \frac{E}{R}$$

$$\Delta q_1 = q_1$$

$$\Delta I_1 = -I_{10}$$

$$\frac{2R}{3L} q_1 = \frac{E}{R} + \frac{1}{11} \frac{E R}{R^2}$$

$$q_1 = \frac{18}{11} \frac{EL}{R^2} \quad (3)$$

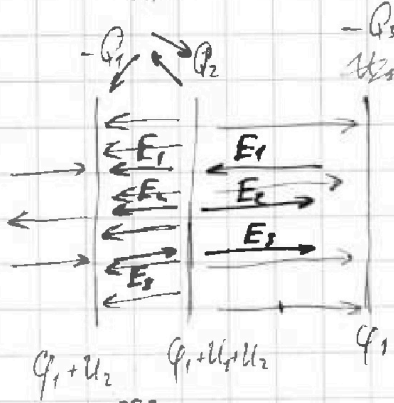
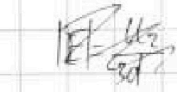
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

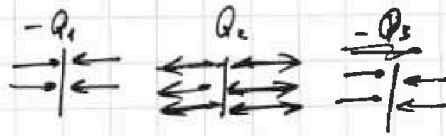
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Парча QR-кода недопустима!



$$|E| = \frac{|(q_1 + u_1 + u_2) - (q_3 + u_3)|}{d} = \frac{u_1}{d}$$

$$\alpha = \frac{qE}{m}$$

$$K_2 = K_3 = q \cdot u_1$$



ЗСЗ:

$$Q_2 - Q_1 + Q_3 = 0 \quad Q_2 = Q_1 + Q_3$$

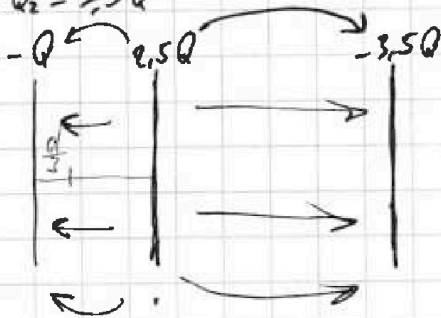
$$|E_1| = \frac{Q_1}{2\epsilon\epsilon_0} + \frac{Q_2}{2\epsilon\epsilon_0} - \frac{Q_3}{2\epsilon\epsilon_0} = \frac{u_1}{d} = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 d}$$

$$|E_2| = \frac{Q_2}{2\epsilon\epsilon_0} + \frac{Q_3}{2\epsilon\epsilon_0} - \frac{Q_1}{2\epsilon\epsilon_0} = 1.5 \frac{u_1}{d}$$

$$\frac{2.5Q_1}{\epsilon\epsilon_0} + \frac{2.5Q_2 + Q_3}{\epsilon\epsilon_0} + \frac{2.5Q_3}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{Q_1 + Q_3}{\epsilon\epsilon_0} + \frac{Q_3}{\epsilon\epsilon_0} - \frac{Q_1}{\epsilon\epsilon_0}$$

$$5Q_1 = 2Q_3 = 5Q$$

$$\begin{cases} Q_1 = 2Q \\ Q_3 = 2.5Q \\ Q_2 = 3.5Q \end{cases}$$



~~$E = \frac{KQ}{R^2}$~~
 ~~$\varphi = \frac{KQ}{R}$~~

~~$Q_1 = 2.5Q$~~
 ~~$Q_2 = 3.5Q$~~
 ~~$Q_3 = 2.5Q$~~

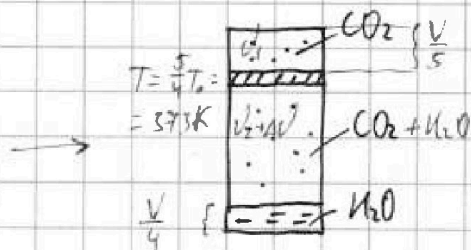
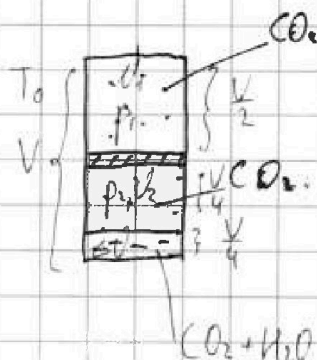
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$v = 1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5} = \frac{11}{20}$$

Равновесие:
T = 373K

$$\Delta V = k \cdot p \cdot w = \frac{k p_0 V}{4}$$

$$\frac{275 - 50 - 40 RT_0}{p_0}$$

$$\begin{cases} v_1 RT_0 = p_1 \frac{V}{2} \\ v_2 RT_0 = p_2 \frac{V}{4} \end{cases} \quad \begin{cases} v_1 = \frac{p_1 V}{2 RT_0} \\ v_2 = \frac{p_2 V}{4 RT_0} \end{cases}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T}{T_0} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = 2, \quad v_1 = 2v_2$$

2. В газе происходит

$$p_1 = p_2$$

1)

$$\frac{v_1 RT_0}{2} = \frac{v_2 RT_0}{4}$$

$$2v_1 = v_2$$

$$v_1 = 2v_2$$

$$p_2 = \frac{1}{2} p_1 \quad (1)$$

$$p_0 = \frac{v_1 RT_0}{V/2} = \frac{v_2 RT_0}{V} \cdot \frac{8}{5}$$

$$\begin{cases} \Delta V = \frac{5}{2} v_2 \\ \Delta V = k p_0 V \\ p_0 = \frac{4 v_2 RT_0}{V} \end{cases}$$

$$p_0 \frac{V}{4} = v_2 RT_0 = \frac{4}{5} v_2 RT$$

$$p_2 \frac{11}{20} V = (v_1 + \Delta v) RT$$

$$p_2 = \frac{v_1 RT + 5v_2 RT}{11V} = \frac{25}{8} p_0$$

$$2) \quad V = p_2^{-1} \left(\frac{v_1 RT}{4} + \frac{(v_2 + \Delta v) RT}{11} \right)$$

$$5v_1 = \frac{20}{11} (v_1 + \Delta v)$$

$$10v_2 = \frac{20}{11} (2v_2 + \Delta v)$$

$$v_2 = \frac{2}{11} (v_2 + \Delta v)$$

$$\frac{2}{11} \Delta v = \frac{9}{11} v_2$$

$$\Delta v = \frac{9}{2} v_2$$

$$v_2 = \frac{k p_0 V}{18}$$

$$p_0 = \frac{4 RT_0}{V} \cdot \frac{k p_0 V}{18}$$

$$\frac{2 v_1 RT}{V} = p_0$$

$$5 v_2 RT = p_0$$

$$p_2 \frac{V}{5} = v_1 RT$$

$$p_2 = p_{\text{atm}}(T) + p_{\text{ex}} = \frac{15}{8} p_0$$

$$\frac{(v_1 + \Delta v) RT}{11V/20} = \frac{v_1 RT}{V/5} - p_{\text{atm}}(T)$$

$$\Delta V = k p_0 w = \frac{k p_0 V}{4}$$

$$\frac{10}{11} \frac{v_1 RT}{V} + \frac{20}{11} \frac{\Delta v RT}{V} = \frac{25}{8} p_0 - p_{\text{atm}}$$

$$\frac{v_2 RT_0}{4} = p_2$$

$$\frac{40}{11} \cdot \frac{5}{8} p_0 = \frac{10}{11} \frac{k p_0}{4} RT$$

$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = v_1 RT_0 \Rightarrow v_1 RT = \frac{5}{8} p_0 V \\ p_2 \frac{V}{5} = v_1 RT \end{cases}$$

$$\frac{5}{8} p_0 V = \frac{1}{5} p_2 V \quad \frac{20}{20} \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{5}{20} = \frac{11}{20}$$

$$p_1 = \frac{8}{25} p_2$$

$$\frac{20}{11} \cdot \frac{1}{2} \frac{v_1 RT}{V} = \frac{275}{50} = \frac{11}{8}$$

$$2 \frac{v_1 RT_0}{V} = p_0 = \frac{8}{5} \frac{v_1 RT}{V} \quad \frac{v_1 RT}{V} = \frac{5}{8} p_0$$