



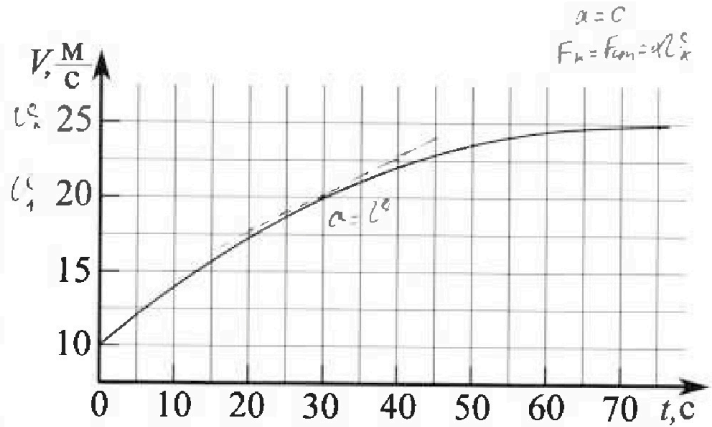
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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%.

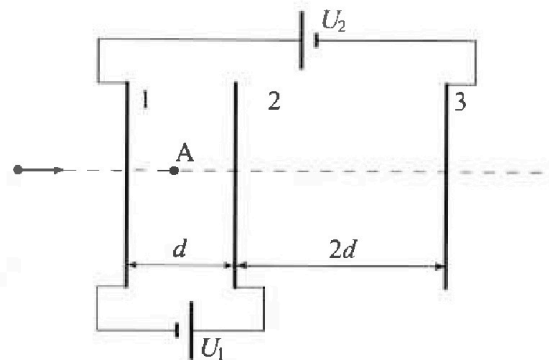
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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  $\Delta n$  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/(м<sup>3</sup>·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

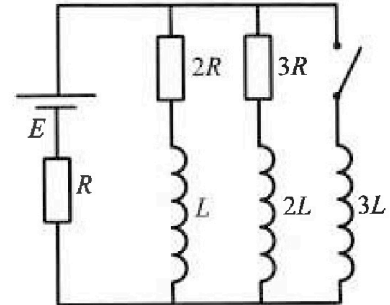
## Вариант 11-01



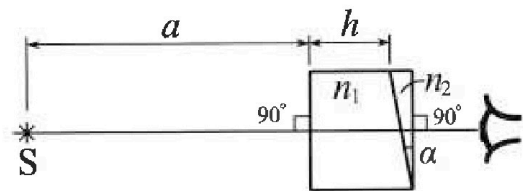
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . 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.



- 1) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $\alpha$  - угол между кас. к гр. и О.т.

В м.  $t = 30 \text{ с}$   $v = v_1$

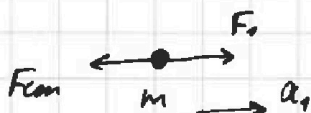
$$a = \frac{v(40 \text{ с}) - v(30 \text{ с})}{40 \text{ с} - 30 \text{ с}} = \frac{22,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{ с}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

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

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

Плюс  $v = v_1$ :



23И:

$$F_1 - F_{\text{com}} = m a_1$$

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

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)  $P_1 = 17 \text{ кВт}$

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!



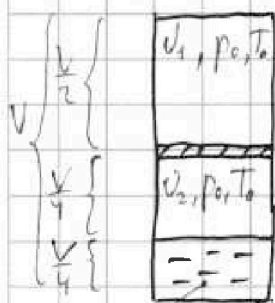
N2

Поршень невесомый, поэтому  $P_{01} \cdot p_{02} = P_{01} p_{02}$

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V}$$

$$T = \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{4}{5} T$$

1) До нагревания:

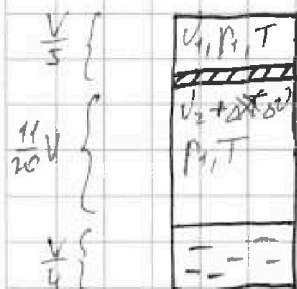


$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0, & \nu_1 = \frac{p_0 V}{2 R T_0} \\ p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0, & \nu_2 = \frac{p_0 V}{4 R T_0} \end{cases}$$

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

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

2) После нагревания:



$$p_1 \frac{V}{5} = \nu_1 R T$$

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

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

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

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

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{atm} + \frac{10}{11} \frac{\nu_1 R T}{V} + \frac{20}{11} \frac{R T}{V} \cdot \frac{\kappa p_0 V}{4}$$

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{atm} + \frac{50}{11} p_0 + \frac{5}{11} R T \kappa p_0$$

$$p_0 \left( \frac{25}{8} - \frac{50}{11} - \frac{5 R T \kappa}{11} \right) = p_{atm}$$

$$p_0 = p_{atm} \cdot \frac{11}{245 - 50 - 40 R T \kappa} = \frac{11}{185} p_{atm}$$

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

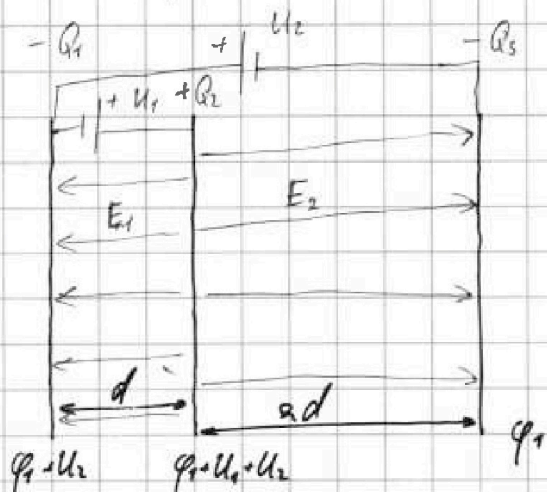


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N3

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



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

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

Ответ: 1)  $a_1 = \frac{qU_1}{md}$   
2)  $K_2 - K_1 = qU_1$

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

$$a_1 = \frac{qE_1}{m} = \frac{qU_1}{md}$$

2) ЗСЭ:

$$K_1 = K_2 + qU_1$$

$$K_2 - K_1 = qU_1$$

3) Какими относительноными зарядами сеток

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

$$|E_1| = \frac{Q_2}{2\epsilon_0} + \frac{Q_1}{2\epsilon_0} - \frac{Q_3}{2\epsilon_0} = \frac{U_1}{d}$$

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

$$|E_2| = \frac{Q_3}{2\epsilon_0} + \frac{Q_2}{2\epsilon_0} - \frac{Q_1}{2\epsilon_0} = \frac{5U_1}{2d}$$

$$Q_3 = 2,5 Q_1$$

$$Q_2 = 3,5 Q_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

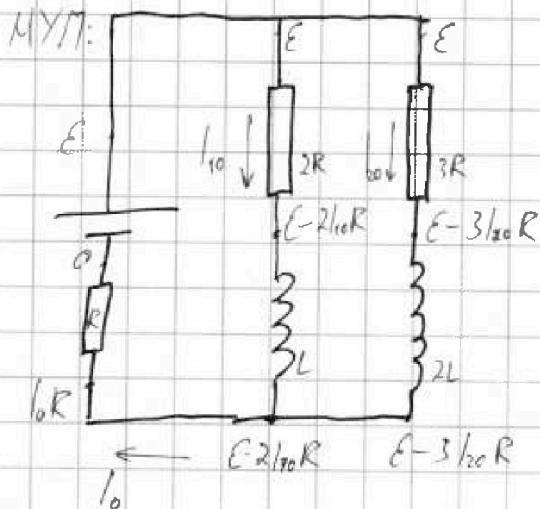
МФТИ

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



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

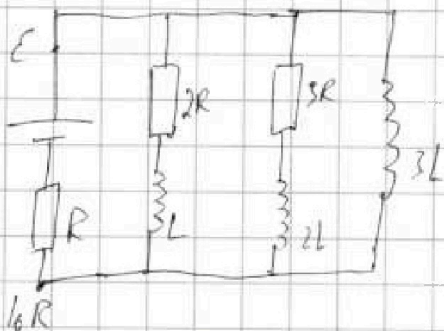
$$\begin{cases} I_{10} + I_{20} = \frac{E}{R} - 2I_{10}R \\ I_{10} + I_{20} = \frac{E}{R} - 3I_{20} \end{cases}$$

$$I_{20} = \frac{E}{R} - 4I_{10} = \frac{E}{R} - \frac{4E}{R} + 12I_{10}$$

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

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

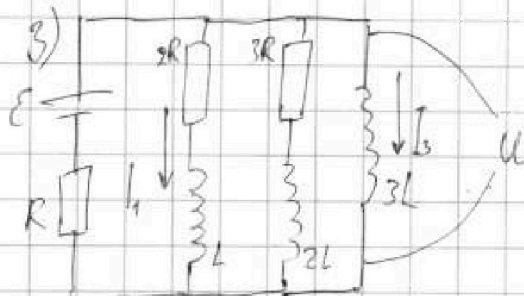
2) ток в катушка скачком не меняется  $\Rightarrow$  после замыкания ключа ток остается тем же.



$$U_{3L} = 3L \cdot I_3'$$

$$I_3' = \frac{U_{3L}}{3L} = \frac{E - I_0R}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11}E}{3L} = \frac{2E}{11L}$$

Посл. режимы после замык. ключа  $U_1 = U_{2L} = U_{3L} = 0 \Rightarrow I_1 = 0, I_3 = \frac{E}{R}$



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

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

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

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

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

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

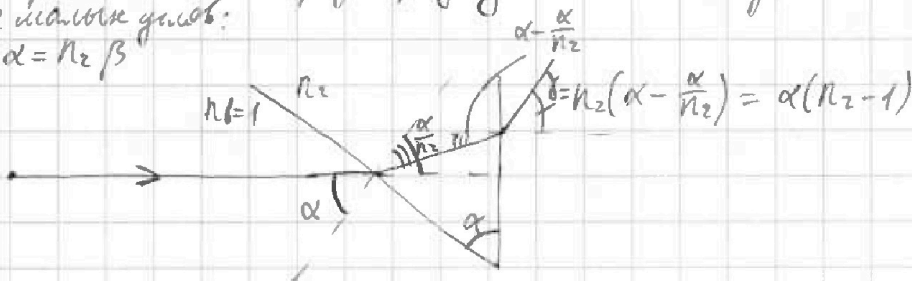


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



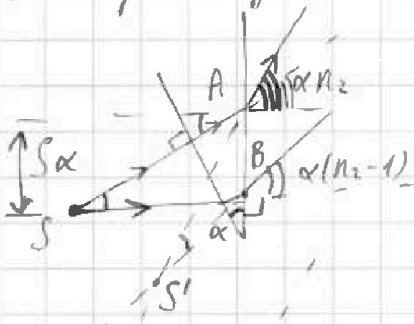
NS

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



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

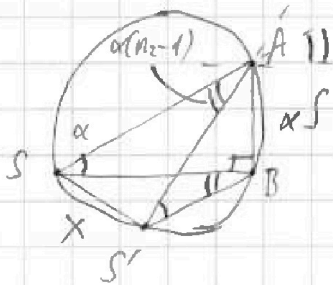
2) Найдем угол отклонения с помощью формулы углов



Угол между лучами  $S'A$  и  $S'B =$

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

испыт на одной дуге окружности

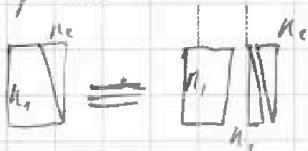


м. центр:

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

$$x = S\alpha(n_2 - 1) = (0,1 + 0,7) \cdot 0,07 = \underline{0,077 \text{ рад}}$$

3) Систему можно разбить на П.П.П. и две призмодоуплотнителей



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

поскольку угол  $\alpha$  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

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

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:

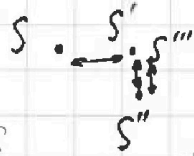
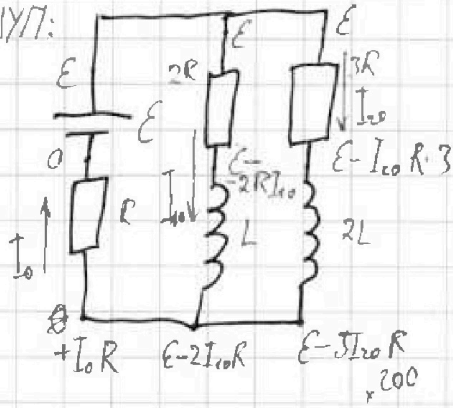
- 1  2  3  4  5  6  7

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:



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

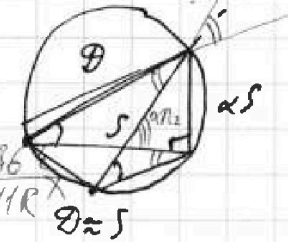
$$\begin{cases} I_{10} R + I_{20} R = 2I_{10} R - E \\ I_{10} R + I_{20} R = 3I_{20} R - E \\ I_{10} R = 2I_{20} R - E \end{cases}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

1)

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

$$I_0 = I_{10} + I_{20} = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

2)  $I_3' = \frac{E - I_0 R}{3L} = \frac{6}{11} \frac{E}{3L} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$



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

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

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

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

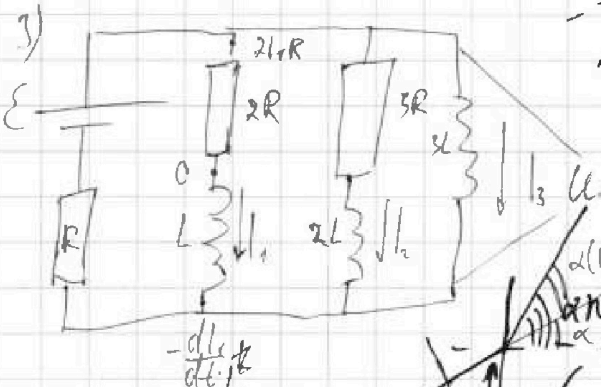
$$\Delta I_3 = \frac{E}{R}$$

$$\Delta q_1 = q_1$$

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

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

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



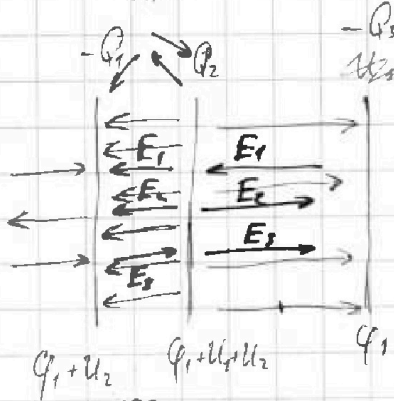
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

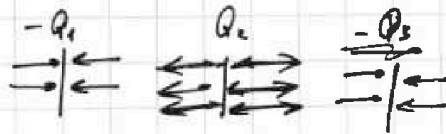
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Парча QR-кода недопустима!



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

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

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



ЗСЗ:

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

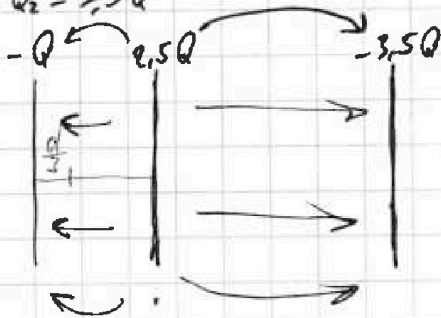
$$|E_1| = \frac{Q_1}{2\epsilon\epsilon_0} + \frac{Q_2}{2\epsilon\epsilon_0} - \frac{Q_3}{2\epsilon\epsilon_0} = \frac{u_1}{d} = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 d}$$

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

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

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

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



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

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

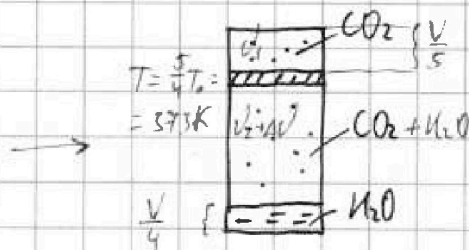
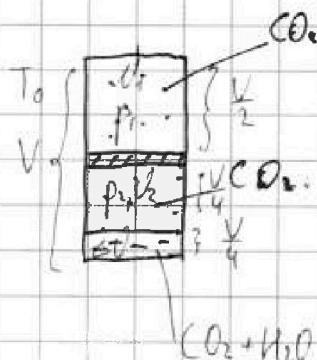
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$V = 1 - \frac{1}{5} - \frac{1}{5} = \frac{11}{20}$$

Решение:  
 $T = 373\text{K}$

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

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

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

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

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

2. М газ расширяется

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

1)

$$p_1 = p_2$$

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

$$2v_1 = 4v_2$$

$$v_1 = 2v_2$$

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

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

$$2) \quad p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$\frac{v_1 RT}{V/5} = \frac{(v_2 + \Delta v) RT}{11V/20}$$

$$5v_1 = \frac{20}{11} (v_2 + \Delta v)$$

$$10v_2 = 20 (v_2 + \Delta v)$$

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

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

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

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

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

$$\frac{(v_2 + \Delta v) RT}{11V/20} = \frac{v_1 RT}{V/5} - p_{\text{atm}}(T)$$

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

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

$$\frac{v_2 RT_0}{\frac{40}{11} \cdot \frac{5}{8} p_0} = p_2 = \frac{10}{11} \frac{k p_0}{4} RT$$

$$\Delta V = \frac{5}{2} v_2$$

$$\Delta V = k p_0 w$$

$$p_0 = \frac{40 k p_0}{11 V}$$

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

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

$$\begin{cases} p_1 \cdot \frac{V}{2} = v_1 RT_0 \Rightarrow v_1 RT = \frac{5}{8} p_1 V \\ p_2 \cdot \frac{V}{5} = v_2 RT \end{cases}$$

$$\frac{5}{8} p_1 V = \frac{1}{5} p_2 V \quad \frac{20}{20} \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{5}{20} = \frac{11}{20}$$

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

$$p_0 = \frac{20}{11} \cdot \frac{1}{2} \frac{v_1 RT}{V} = \frac{275 - 50}{185}$$

$$p_2 = \frac{v_1 RT}{V/5} = \frac{5 v_1 RT}{V} = \frac{25}{8} p_0$$

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