



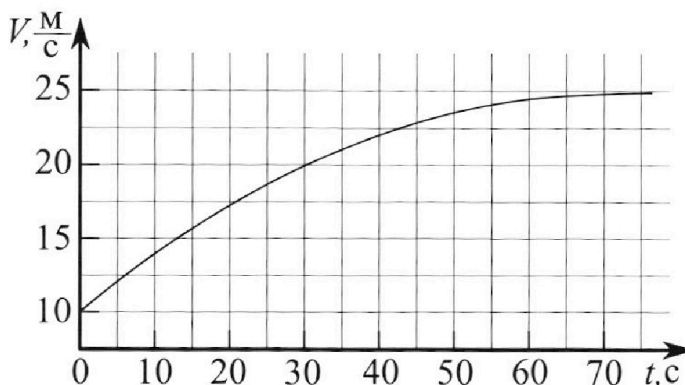
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 числового ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

$$\frac{m}{c} = \frac{k \cdot m}{c^2}, \text{ и}$$

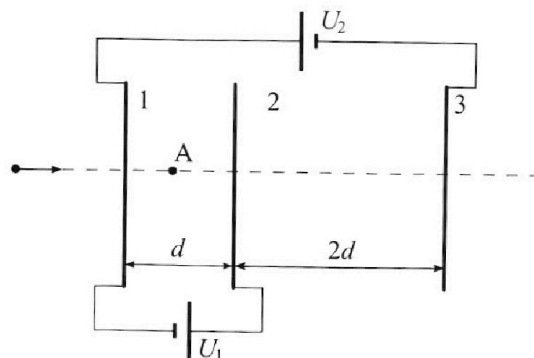
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. 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

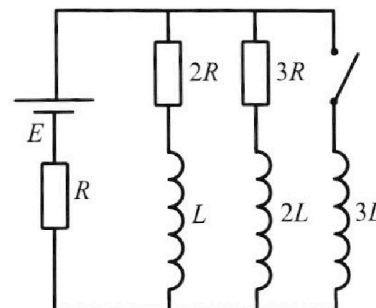
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



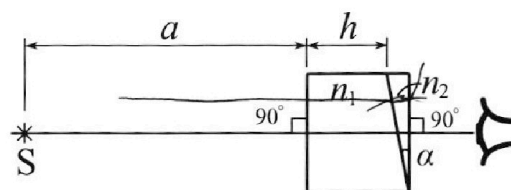
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 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?

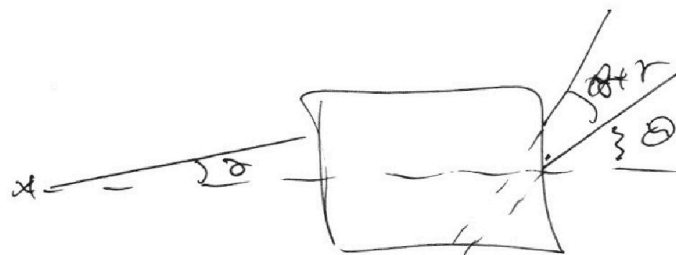
Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



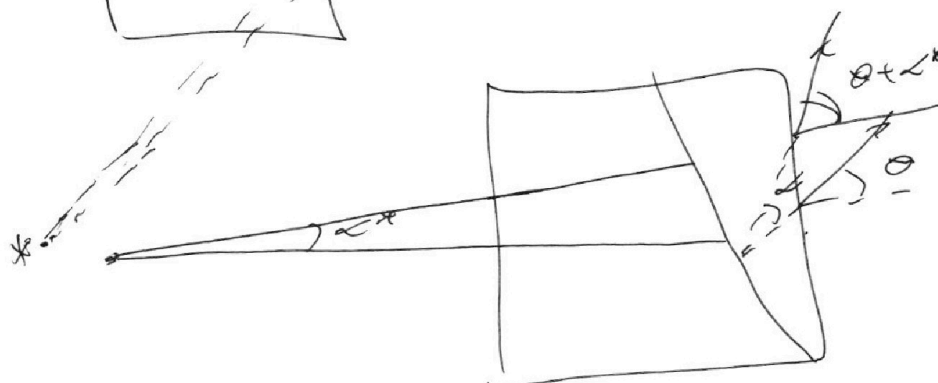
5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



$$363 - \alpha =$$



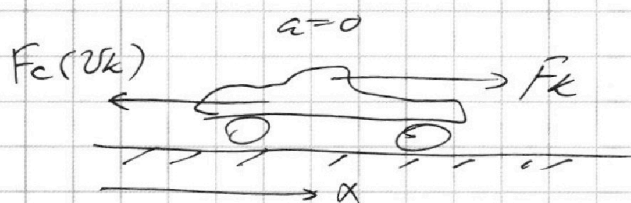
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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



Задача 1

В конце разгона ускорение равно нулю, тогда:



F_c — сила софф. воздуха,

из условия следует, что

$$F_c = \alpha \cdot v^2$$

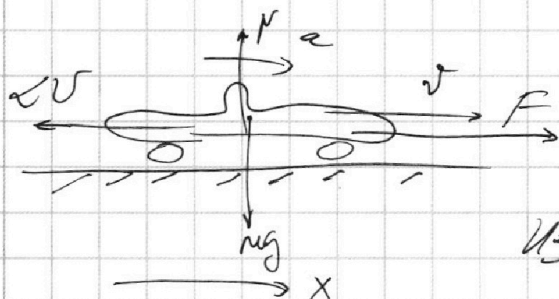
23 н. x : $0 = F_k - F_c(v_k) \Rightarrow \alpha \cdot v_k^2 = F_k$

(сила в конце разгона — v_k)

Из задания следует что $v_k = 25 \text{ м/с}$, $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{v_k^2} = \frac{500 \text{ Н}}{25^2 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2/\text{с}^2}$$

Басс. произв. мом. Φ . 90 км/ч разгона:



то 23 н.

$$x: F - 2U = m \cdot a \quad (1)$$

Из задания следует, что
(20 % от 300)

в мом., когда $v = v_1$ ($a_1 =$

$$= \frac{dv}{dt} \approx \frac{2,5 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

в (1):

$$F_1 - \alpha \cdot v_1^2 = m a_1, \Rightarrow F_1 = m a_1 + 2U_1 = 100 \cdot 0,25 + 20 \cdot 20 = 850 \text{ Н}$$

Мощность P_1 , развиваемая от двигателя на колесе



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

в данных момента, лавка:

$$(P_1 = F_1 \cdot v_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 17000 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}) //$$

Ответ: 1) $a_1 = 0,25 \text{ м/с}^2$; 2) $F_1 = 850 \text{ Н}$;

3) $P_1 = 17000 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$.

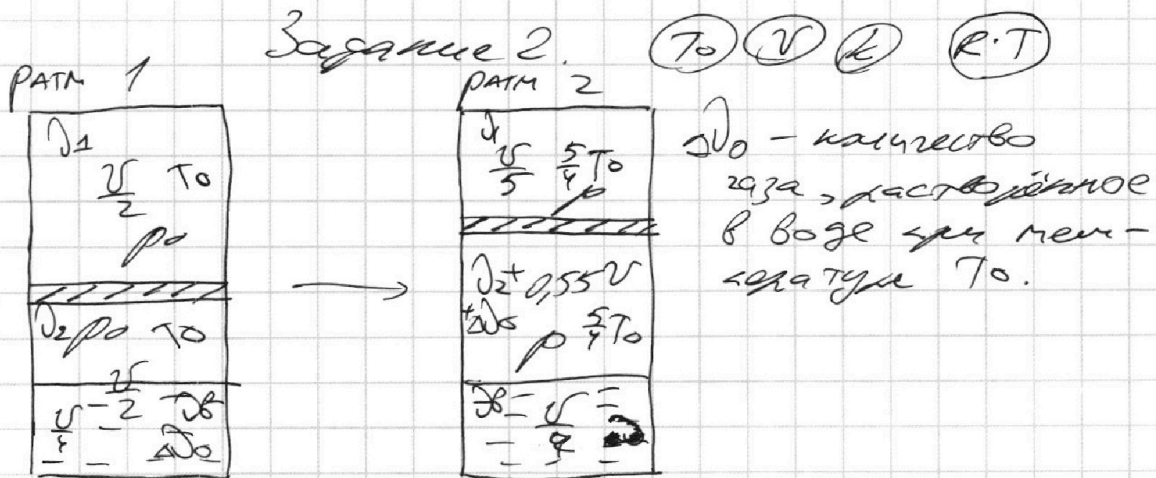
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



J_1 - кол-во газа в верх. части сосуда, J_2 - в нижней.

По закону Менделеева-Клапейрона для 1 моля:

$$\begin{cases} \rho_0 \cdot \frac{V}{2} = J_1 R T_0 \\ \rho_0 \cdot \frac{V}{4} = J_2 R T_0 \end{cases} \Rightarrow \rho_0 = \frac{J_1 R T_0}{\frac{V}{2}} \quad (0)$$

$$2 = \frac{J_1}{J_2} \Rightarrow J_1 = 2 J_2 \quad (1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\alpha = \frac{J_1}{J_2} = 2 \right) //$$

$$\Delta J_0 = k \rho_0 \cdot \frac{V}{4} \quad (\text{по закону Генри}) \quad (2)$$

Подст. (0) в (2):

$$\Delta J_0 = k \cdot J_2 \cdot R T_0 \quad (3)$$

$$J_1 R T_0 = J_2 R T_0 + \Delta J_0 R T_0 = J_2 R T_0 + k J_2 R T_0 = J_2 R T_0 (1 + k)$$

$$R T_0 = \frac{J_2 R T_0 (1 + k)}{J_1}$$

$$\frac{J_1}{J_2} = 1 + k \Rightarrow \frac{2 J_2}{J_2} = 1 + k \Rightarrow 2 = 1 + k \Rightarrow k = 1$$

$$\Delta J_0 = k J_2 R T_0 = 1 \cdot J_2 R T_0 = J_2 R T_0$$

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!



(Завелили струю и свеклу давали, т.е. чашечко и ве-
сто уравнению Р-к для сост. 2;

(т.е. со уал. для меча. Т раз почти не раство-
релось, зная, растворённые изначальн

в воде раз выветил в изобр. сост.)

$$\begin{cases} p \cdot \frac{V}{5} = \nu_1 RT \\ 2 p_{\text{пр}} \cdot 0,55 V = (\nu_2 + 4\nu_0) RT \end{cases}$$

$$p_{\text{пр}} \cdot 0,55 V = RT (\nu_2 + 4\nu_0 - 2\nu_2)$$

$$4\nu_0 = k \nu_2 \cdot RT = \frac{4}{5} k \nu_2 RT$$

$$p_{\text{пр}} = p_{\text{атм}}, \text{ т.е. } T = 373 \text{ К} = 100^\circ \text{C}$$

$$\frac{0,55 p_{\text{пр}} \cdot V}{RT} = \nu_2 \left(1 + \frac{4}{5} k \cdot \frac{RT}{RT} - \frac{2}{5} \right) \approx \nu_2$$

$$\nu_2 = \frac{0,55 p_{\text{пр}} RT}{p_{\text{атм}}}$$

$$\text{из (01): } p_0 = \frac{4\nu_2 RT}{2} = \frac{4 \cdot \nu_2 RT \cdot 0,55 p_{\text{пр}}}{\nu_2 RT} =$$

$$= \frac{4}{5} \cdot 4 \cdot 0,55 = 0,79 \cdot 4 = 1,87 p_{\text{атм}}$$

Ответ: 1) $k = 2$; 2) $p_0 = 1,87 p_{\text{атм}}$.



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!

$$= -\frac{qU}{d} \cdot \frac{d}{3} = -\frac{qU}{3}, \rightarrow \frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{qU}{3}$$

Отсюда $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$ //

Ответы: 1) $a_{21} = \frac{qU}{md}$; 2) $k_1 - k_2 = qU$;

3) $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$.

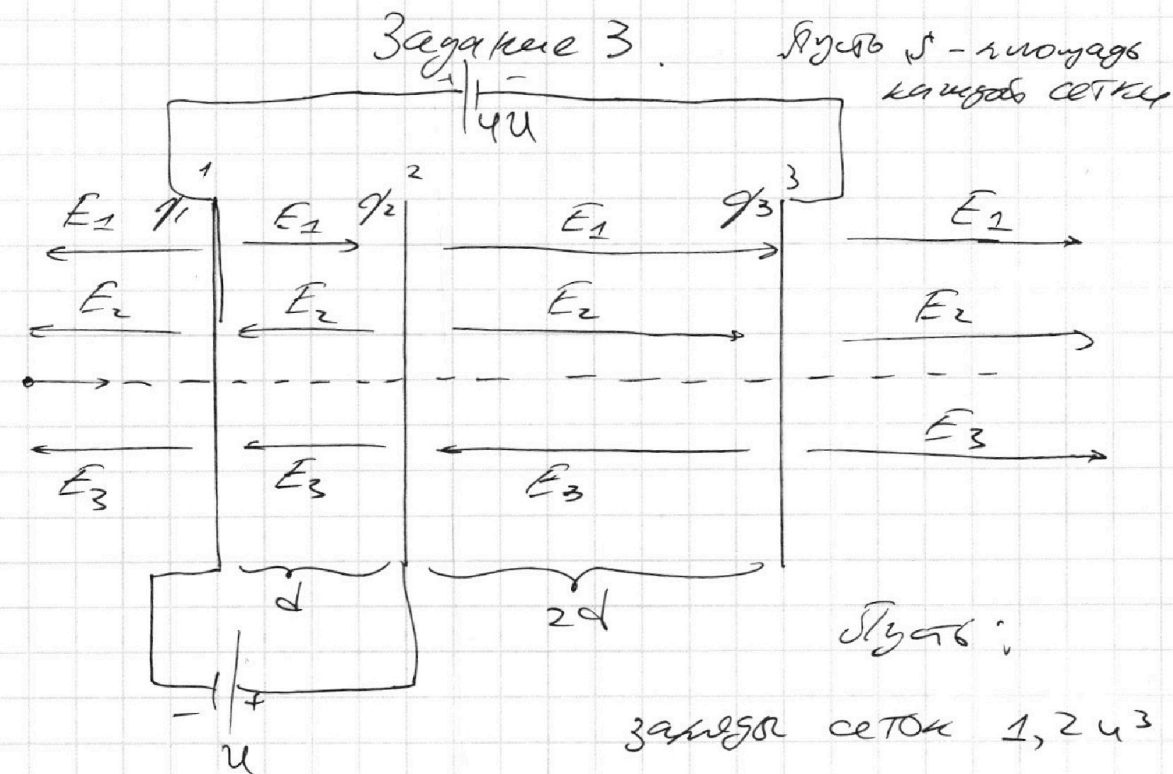
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ — потенциалы сеток
($\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 > 0$)

E_1, E_2, E_3 — напряжённости от сеток 1, 2, 3 соотв.

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ — потенциалы 1, 2, 3 сеток соотв.

$$\begin{cases} \varphi_2 - \varphi_1 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = 4U \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{Потенциал убывает по мере} \\ \text{напряжённости, т.е.} \end{array}$$

$$\begin{cases} U = -E_1 \cdot d + E_2 \cdot d + E_3 \cdot d \\ 4U = E_1 \cdot d + E_1 \cdot 2d - E_2 \cdot d + E_2 \cdot 2d - E_3 \cdot d + E_3 \cdot 2d \end{cases}$$

$$\begin{cases} U = -E_1 d + E_2 d + E_3 d & (1) \\ 4U = 3E_1 d + E_2 d - 3E_3 d, \text{ где } \rightarrow \end{cases}$$

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!

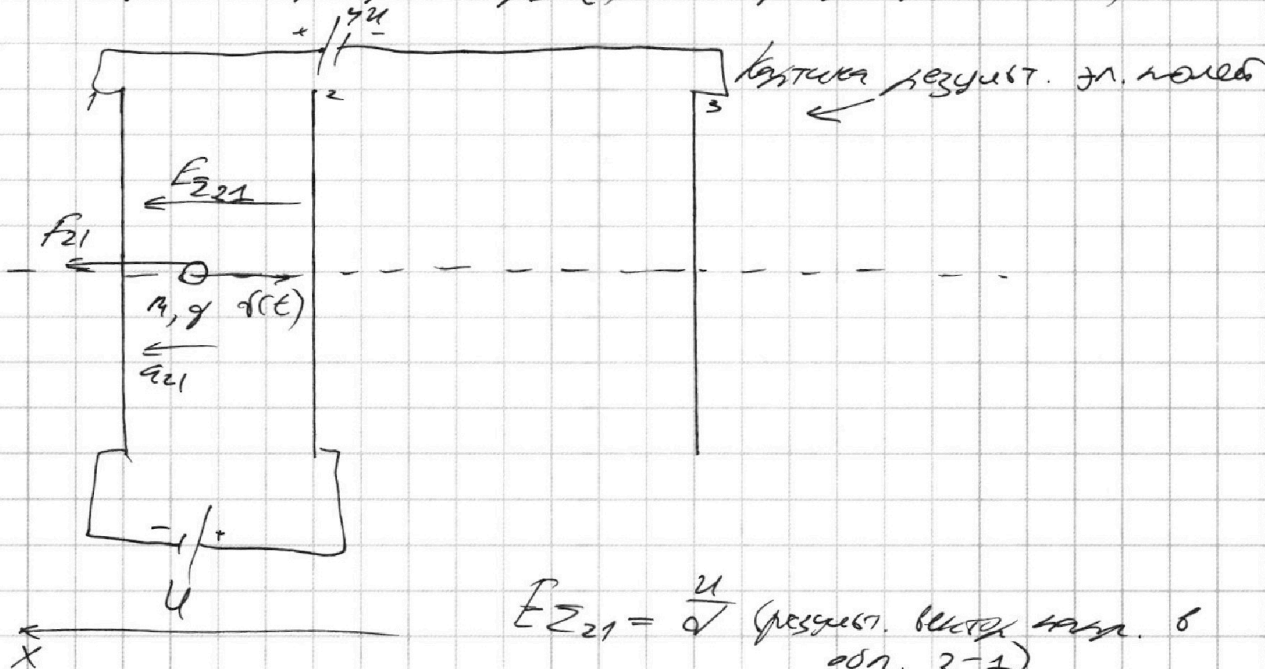
$$E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 d}, E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 d}, E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 d} \quad (2)$$

Реш. (2) в (2):

$$\begin{cases} U = d \left(-\frac{q_1}{2\epsilon_0 d} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 d} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 d} \right) \cdot \frac{2\epsilon_0 d}{d} \\ 4U = d \left(\frac{3q_1}{2\epsilon_0 d} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 d} - \frac{3q_3}{2\epsilon_0 d} \right) \cdot \frac{2\epsilon_0 d}{d} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{2\epsilon_0 d U}{d} = -q_1 + q_2 - q_3 \quad \text{по 3СЗ:} \\ \frac{8\epsilon_0 d U}{d} = 3q_1 + q_2 - 3q_3 \quad (3) \end{cases}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad (4)$$



$$E_{21} = \frac{U}{d} \quad (\text{результ. вектор напр. в обл. 2-1})$$

По 23П в области между сетками 1-2:

$$x: m \cdot a_{21} = F_{21}, \text{ где } F_{21} = q \cdot E_{21} = \frac{qU}{d}, \text{ откуда}$$

$$a_{21} = \frac{qU}{md}$$

Пусть v_1 - скорость частицы при влёте сетки 1,

v_2 - скорость частицы при влёте сетки 2

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!

По ЗКМЭ для гасицы от сетки 1 и сетки 2:

$$AF_{21} = \Delta E_{k_{21}} = k_2 - k_1, \text{ где } \left. \begin{array}{l} AF_{21} = F_{21} \cdot d \cdot \cos(180^\circ) = -q_2 \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (k_1 - k_2 = q_2) //$$

Из (4) следует, что $q_2 + q_3 = -q_1$ (6). По (6) в (3):

$$\frac{2\epsilon_0 S U}{d} = -2q_1, \Rightarrow q_1 = \frac{-\epsilon_0 S U}{d}, E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} = -\frac{U}{2d} \text{ (это}$$

значит, что вектор E_1 от левых пластин направлен вправо, а E_2 — влево).

Следовательно и равен по модулю $|E_1| = \frac{U}{2d}$.

По (7) в (5): $-8q_1 = 3q_1 + q_2 - 3q_3$;

и $q_1 + q_2 - 3q_3 = 0$; из (6) следует, что $q_2 = -q_3 - q_1$ (9)

подставим: $11q_1 - q_1 - q_3 - 3q_3 = 0$; $4q_3 = 10q_1$;

$$q_3 = \frac{5}{2}q_1 = -\frac{5}{2} \frac{\epsilon_0 S U}{d} \text{ (8)}, \Rightarrow E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = -\frac{5}{4} \frac{U}{d} \text{ (это}$$

значит, что вектор E_3 от правых пластин направлен влево, а E_2 — вправо).

Следовательно и равен по модулю $|E_3| = \frac{5}{4} \frac{U}{d}$.

По (7) и (8) в (9): $q_2 = \frac{5}{2} \frac{\epsilon_0 S U}{d} + \frac{\epsilon_0 S U}{d} = \frac{7}{2} \frac{\epsilon_0 S U}{d}$ (10)

Тогда $E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} = \frac{7}{4} \frac{U}{d}$ (т.е. направление E_2 от

2 пластин указано выше). Изобразим картинку

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

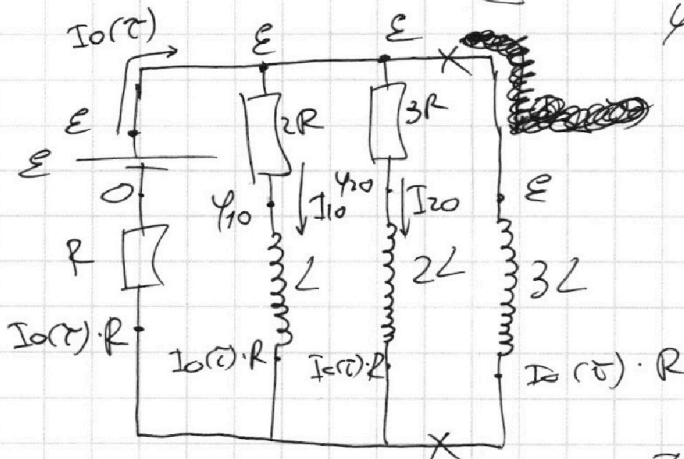
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$I_{20} = \frac{\mathcal{E} - I_0 R}{3R} = \frac{\mathcal{E} - R \cdot \frac{5}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}}{3R} = \frac{\frac{6}{11} \mathcal{E}}{3R} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \quad (5)$$

В момент времени $t = t_0$ сразу замыкаем ключ. Токи, текущие через катушки, скачком не меняются, значит, $I_1(t) = I_{10}$, $I_2(t) = I_{20}$,

$$I_3(t) = 0, \quad W(t) = W_1(t) + W_2(t) + W_3(t) = \frac{L \cdot I_{10}^2}{2} + \frac{2L \cdot I_{20}^2}{2} \quad (6)$$



$$\mathcal{U}_0 = \mathcal{E} - I_{10} \cdot 2R$$

$$\mathcal{U}_0 = \mathcal{E} - I_{20} \cdot 3R$$

$$\mathcal{U}_3(t) = \mathcal{E} - I_0(t) \cdot R$$

По КВЛ для каждой катушки:

$$I_0(t) = I_{10} + I_{20} = I_0 =$$

$$= \frac{5}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \quad (из (3) и (1)), \quad \text{отсюда } \mathcal{U}_3(t) = \mathcal{E} - \frac{5}{11} \mathcal{E} =$$

$$= \frac{6}{11} \mathcal{E}. \quad \mathcal{U}_3(t) = 3L \cdot I_3'(t), \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_3'(t) = \frac{\mathcal{U}_3(t)}{3L} = \frac{\frac{6}{11} \mathcal{E}}{3L} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{L} //$$

В момент времени $t = t_0$ сразу замыкаем ключ

и устанавливается режим. Токи, текущие

через катушки остаются, значит, напряжением

на всех катушках в уст. сост. будет равно.

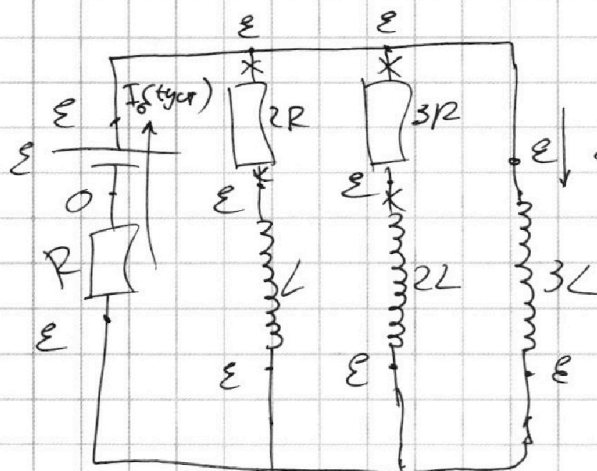
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Из метода эквивалентной цепи

следует, что ток

через индуктор $2L$

$3R$ не течет, значит:

$$I_{3L}(t) = I_0(t)$$

По 3-му закону Кирхгофа: $I_0(t) = \frac{E}{R}$, $\Rightarrow$

$$\Rightarrow I_{3L}(t) = \frac{E}{R} \quad \text{Ответ:}$$

$$W(t) = W_R(t) + W_{2L}(t) + W_{3L}(t) = \frac{3L \cdot \frac{E^2}{R^2}}{2} = \frac{3}{2} \frac{LE^2}{R^2} \quad (7)$$

Значит от $t=0$ до $t=t$:

$$A = W(t) - W(0) = \frac{3}{2} \frac{LE^2}{R^2} - \left(\frac{LI_0^2}{2} + \frac{2L \cdot I_0^2}{2} \right)$$

$$= \frac{3}{2} \frac{LE^2}{R^2} - \left(\frac{4}{2} \cdot \frac{9}{121} \frac{E^2}{R^2} + L \cdot \frac{4}{121} \frac{E^2}{R^2} \right) = \frac{LE^2(3 \cdot 121 - 9 - 4)}{242 R^2} =$$

$$= \frac{376}{242} \frac{LE^2}{R^2} = \frac{173}{121} \frac{LE^2}{R^2}$$

$$A = E \cdot q_{\text{пер}}, \Rightarrow q_{\text{пер}} = \frac{173}{121} \frac{LE}{R^2} \quad \text{— заряд, прошедший через источник от } t=0 \text{ до } t=t$$

или через источник от $t=0$ до $t=t$

через

Таким образом получ. ответ. $q_{\text{пер}} = \frac{173}{121} \frac{LE}{R^2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

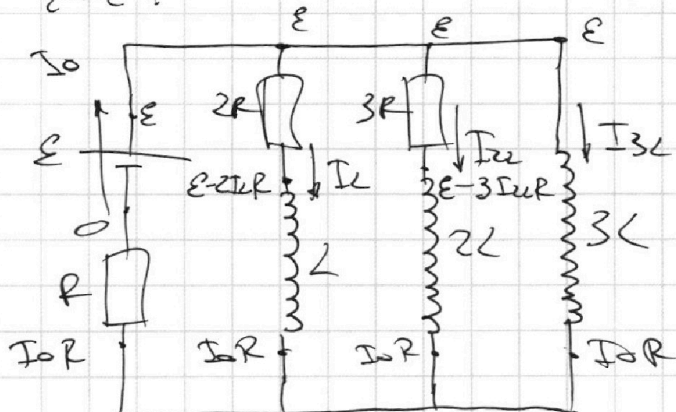
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

$t = \tau$:



$$I_0 = I_2 + I_{2L} + I_{3L}$$

~~$$2R \cdot I_2 + L \cdot I_2' = 3R \cdot I_{2L} + 2L \cdot I_{2L}' = 3L \cdot I_{3L}' \quad / \cdot dt$$~~

$$2R \cdot I_2 + L \cdot I_2' = 3R \cdot I_{2L} + 2L \cdot I_{2L}' = 3L \cdot I_{3L}' \quad / \cdot dt$$

$$2R \cdot dI_2 + L \cdot dI_2 = 3R \cdot dI_{2L} + 2L \cdot dI_{2L} = 3L \cdot dI_{3L} \quad (*)$$

Для суммирования уравнение (*) от $t=0$ до $t=\tau$:

$$2R \cdot q_2 + L \cdot (0 - I_0) = 3R \cdot q_{2L} + 2L \cdot (0 - I_{00}) = 3L \cdot (I_{0\text{стогр}})$$

$$2R \cdot q_2 - L \cdot I_0 = 3R \cdot q_{2L} - 2L \cdot I_{00} = 3L \cdot \frac{E}{R}$$

Погр. (4) и (5):

$$2R \cdot q_2 - L \cdot \frac{3}{11} \frac{E}{R} = 3R \cdot q_{2L} - 2L \cdot \frac{2}{11} \frac{E}{R} = 3L \cdot \frac{E}{R} \quad / \cdot 11R$$

$$22R^2 q_2 - 3LE = 33R \cdot q_{2L} - 4LE = 33LE$$

~~$$22R^2 q_2 - 3LE = 33R \cdot q_{2L} - 4LE = 33LE$$~~

~~$$22R^2 q_2 - 3LE = 33R \cdot q_{2L} - 4LE = 33LE$$~~

$$22R^2 q_2 = 36LE, \Rightarrow q_2 = \frac{36}{22} \frac{LE}{R^2} = \frac{18}{11} \frac{LE}{R^2}$$



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!

$$q_{2L} = q_{2R}, \Rightarrow \left(q_{2R} = \frac{18}{11} \frac{L\varepsilon}{R^2} \right) //$$

$$\text{Ответ: } 1) I_D = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}; 2) I_{3L}(r) = \frac{2}{11} \frac{\varepsilon}{L};$$

$$3) q_{2R} = \frac{18}{11} \frac{L\varepsilon}{R^2}.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

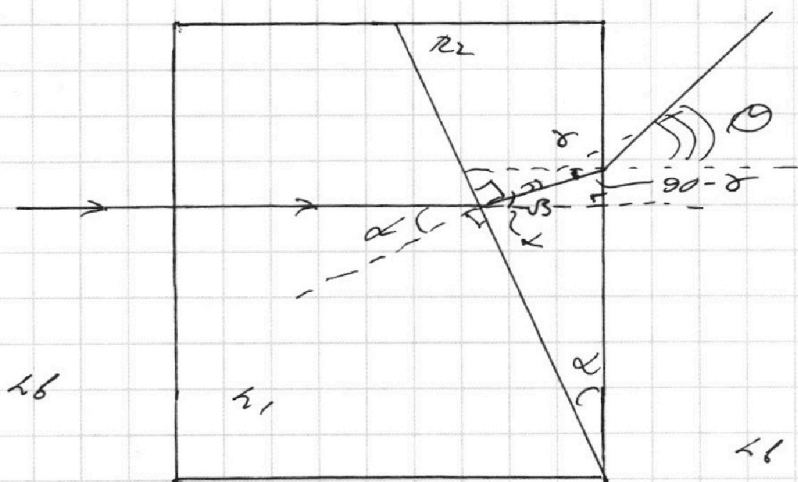
МФТИ

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

1)

Задача 5.

Рассмотрим луч от источника, идущий
~~перпендикулярно~~ перпендикулярно левой грани
системы: Пусть θ - угол, на который
луч отклонился от ~~горизонта~~ луча



По закону Снелли:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta, \text{ где } n_1 \text{ и } n_2 \text{ — показатели преломления,}$$

$$\Rightarrow n_1 \cdot \alpha = n_2 \cdot \beta, \Rightarrow \beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha$$

$$\theta = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)$$

$$n_2 \cdot \sin \theta = n_1 \cdot \sin \theta, \Rightarrow n_2 \cdot \theta = n_1 \cdot \theta, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{n_2}{n_1} \theta, \text{ где } n_1 = n_2 \text{ — упр., } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{n_2}{n_1} \cdot \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)$$

$$= 0,1 \text{ рад} \cdot \left(\frac{1,7}{1,6} - 1\right) = 0,07 \text{ рад}$$

