



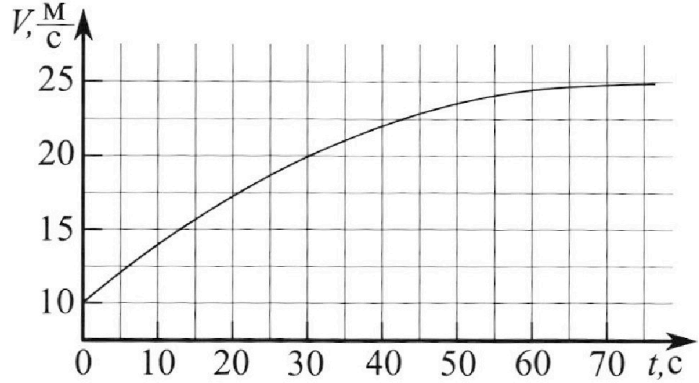
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

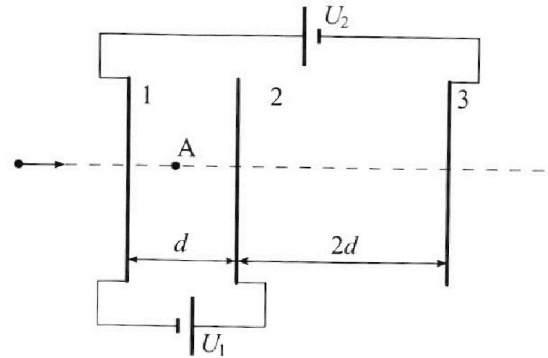
$$\frac{m}{c} = \frac{k \cdot m}{c^2} \approx 20$$

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 А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

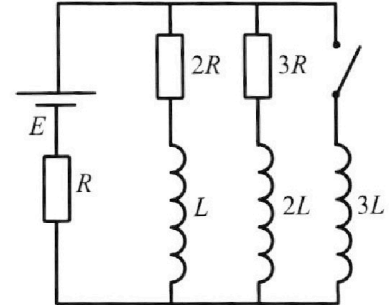


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

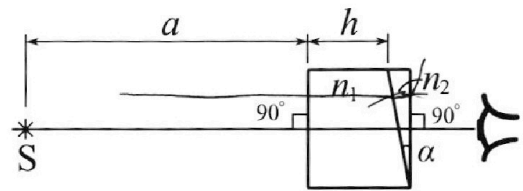
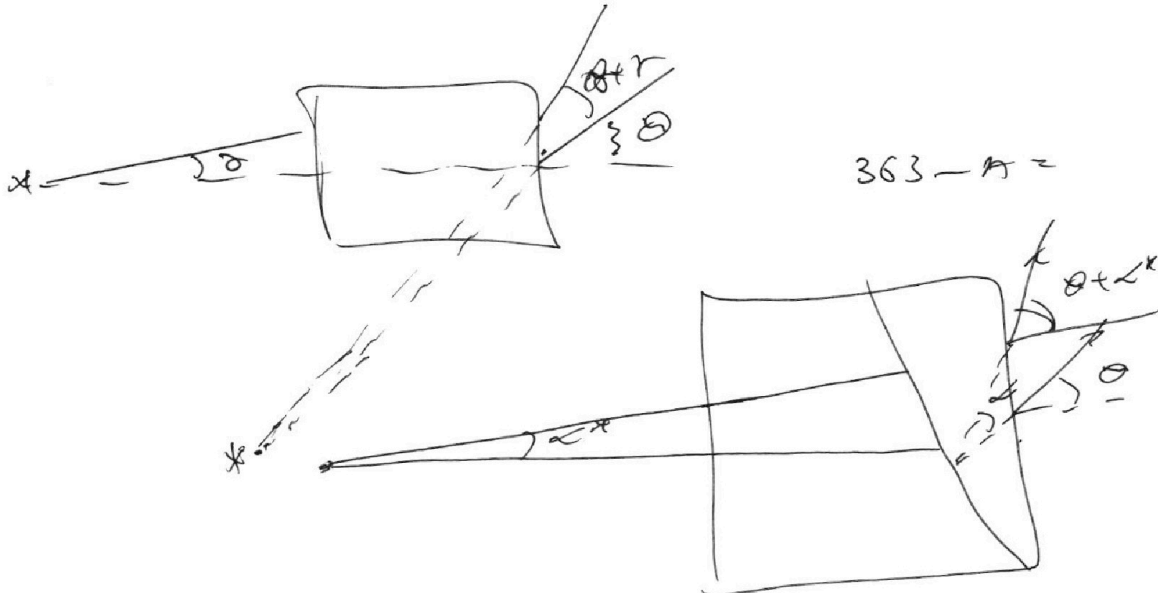


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

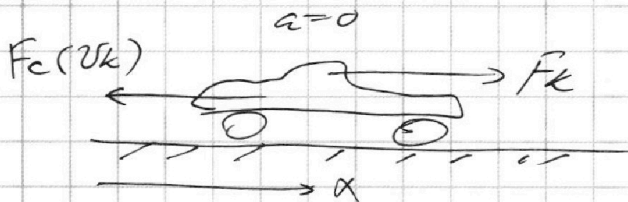


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 1

В конце разгона ускорение равно нулю, тогда:



F_c — сила софф. воздуха,

из условия следует, что

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

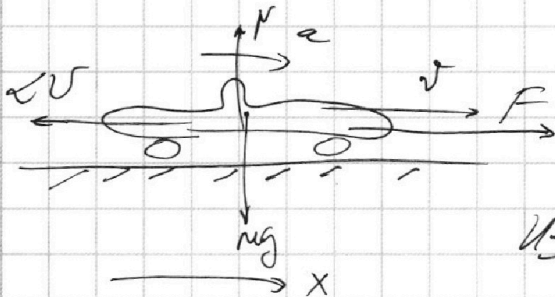
т.к. $a=0$: x : $0 = F_k - F_c(v_k) \Rightarrow \alpha \cdot v_k^2 = F_k$

(сила в конце разгона — v_k)

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

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

Бассейн произв. мом. Ω 90 лопного разгона:



то x : $F - 2U = m \cdot a$ (1)

Из условия следует, что 20 м/с со 30 м .

в мом., когда $v = v_1$ ($a_1 =$

$$= \frac{dv_1}{dt} \approx \frac{2,5 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2 \text{ // согласован графике значения в (2):$$

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

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:



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!

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!



Задача 2

ПАТН 1

$$\begin{matrix} \Delta J_1 \\ \frac{U}{2} T_0 \\ \rho_0 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \Delta J_2 \rho_0 T_0 \\ \frac{U}{4} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \frac{U}{4} - 2 \cdot \frac{U}{4} \\ \Delta J_0 \end{matrix}$$

→

ПАТН 2

$$\begin{matrix} \Delta J \\ \frac{U}{5} \frac{5}{4} T_0 \\ \rho \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \Delta J_2 + 0,55 U \\ \frac{U}{4} \rho \frac{5}{4} T_0 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \Delta J = \frac{U}{4} \\ - \frac{U}{4} \end{matrix}$$

T_0 U k $R \cdot T$

ΔJ_0 - количество газа, растворённое в воде при температуре T_0 .

ΔJ_1 - кол-во газа в верх. части сосуда, ΔJ_2 - сконденс.

ρ_0 удовлетв. М-к где $\rho_0 = \frac{4 \Delta J_2 R T_0}{U}$ (0)

$$\begin{cases} \rho_0 \cdot \frac{U}{2} = \Delta J_1 R T_0 \\ \rho_0 \cdot \frac{U}{4} = \Delta J_2 R T_0 \end{cases} \Rightarrow 2 = \frac{\Delta J_1}{\Delta J_2} \Rightarrow \Delta J_1 = 2 \Delta J_2 \quad (1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\Delta J_1}{\Delta J_2} = 2 //$$

$$\Delta J_0 = k \rho_0 \cdot \frac{U}{4} \quad (\text{количество газа}) \quad (2)$$

Подст. (0) в (2):

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

~~$$\Delta J_0 = \Delta J_1 + \Delta J_2 + \Delta J_0 = \Delta J_2 (2 + 1 + k R T_0)$$~~

~~$$R T_0 = \frac{\Delta J_0}{k}$$~~

~~$$\Delta J_0 = \Delta J_2 (2 + 1 + k R T_0) = \Delta J_2 (3 + k R T_0)$$~~

~~$$\Delta J_0 = \Delta J_2 (3 + k R T_0) = \Delta J_2 (3 + k R T_0)$$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



(Зависимости между и сверху работы, т.е. численно и ве-
сто уравнениям $p-k$ для сост. 2;

(т.е. со укл. при менш. T газ почти не раство-
рляется, знавая, растворимость увеличивается

в воде газ выделяется в газовой сост.)

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

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

$$\Delta \nu_0 = k \nu_2 \cdot RT_0 = \frac{4}{5} k \nu_2 RT$$

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

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

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

$$\nu_3 (0) : \left(p_0 = \frac{4 \nu_2 RT_0}{2} = \frac{4 \cdot \nu_2 RT_0 \cdot 0,55 p_{\text{пр}}}{\nu_2 RT} \right)$$

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

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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input 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!

$$= -\frac{qU}{d} \cdot \frac{d}{3} = -\frac{qU}{3}, \rightarrow \frac{m v_A^2}{2} = \frac{1}{2} v_0^2 - \frac{qU}{3}$$

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

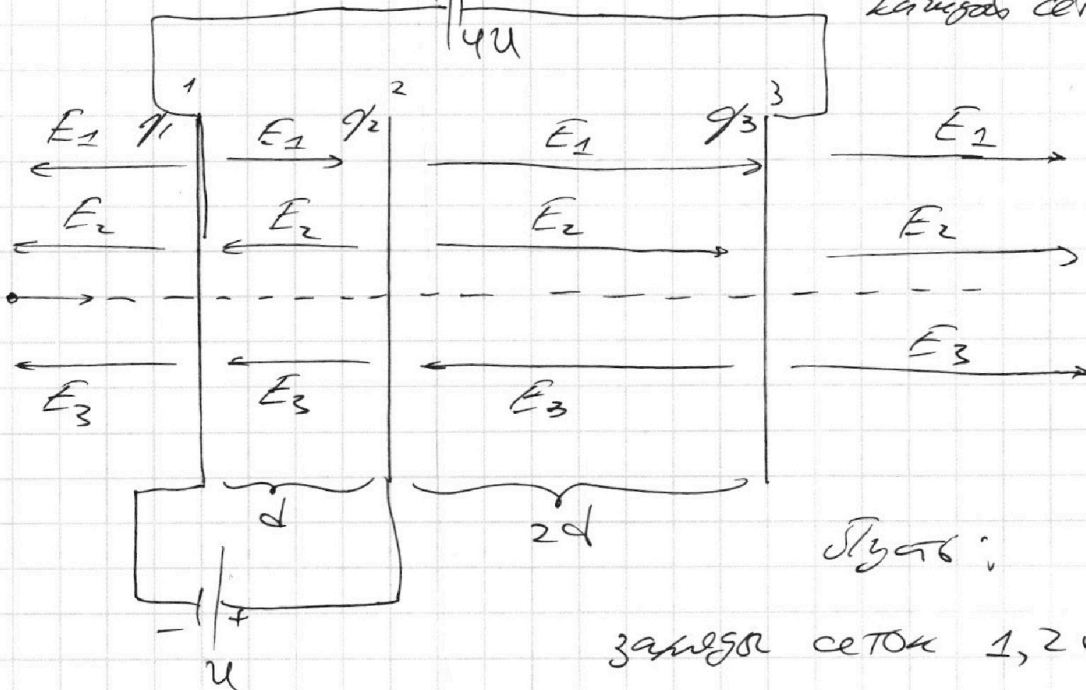
МФТИ

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



Задача 3.

Листья δ -слоя
каждой сетки



Листья:

замена сеток 1, 2 и 3 —

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ соотв. (принимая $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 > 0$)

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.

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

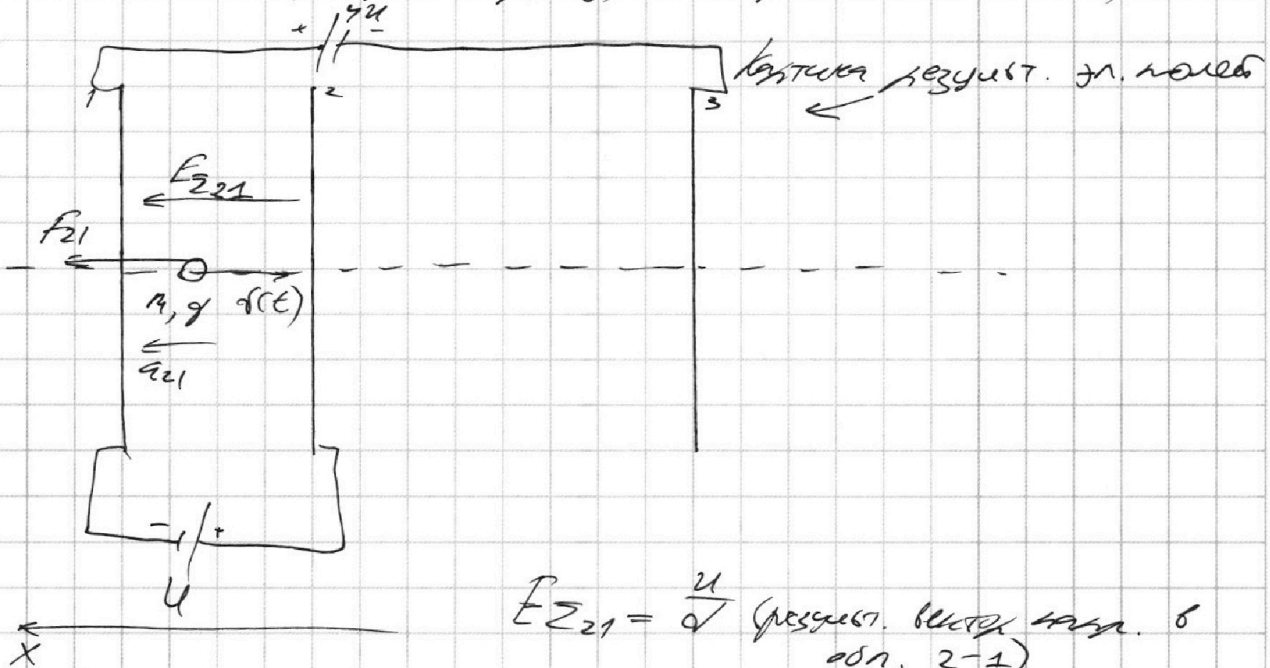
$$E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 d}, E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 d}, E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 d} \quad (2)$$

Прогст. (2) в (2):

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

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

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



$$E_{221} = \frac{U}{d} \quad (\text{результ. вектор напр. в обл. 2-1})$$

По 23П в области между сетками 1-2:

$$x: m \cdot a_{21} = F_{21}, \text{ где } F_{21} = q \cdot E_{221} = \frac{qU}{d}, \text{ откуда}$$

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

Пусть v_1 - скорость частицы при пролёте сетки 1,

v_2 - скорость частицы при пролёте сетки 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!

Это ЗМЧЭ для гасицы от сетки 1 и сетки 2:

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

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

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

$$\frac{2\varepsilon_0 d U}{d} = -2q_1, \Rightarrow q_1 = \frac{-\varepsilon_0 d U}{d}, E_1 = \frac{q_1}{2\varepsilon_0 d} = -\frac{U}{2d} \text{ (это}$$

значит, что вектор q_1 от зарядов пластин направлен вправо)

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

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

и $11q_1 - q_2 - 3q_3 = 0$; из (6) следует, что $q_2 = -q_3 - q_1$ (9)

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

$$q_3 = \frac{5}{2}q_1 = -\frac{5}{2} \frac{\varepsilon_0 d U}{d} \text{ (8)}, \Rightarrow E_3 = \frac{q_3}{2\varepsilon_0 d} = -\frac{5}{4} \frac{U}{d} \text{ (это}$$

значит, что вектор q_3 от зарядов пластин направлен в

лево, сила и равен по модулю $|E_3| =$

$$= \frac{5}{4} \frac{U}{d}$$

По (7) и (8) в (9): $q_2 = \frac{5}{2} \frac{\varepsilon_0 d U}{d} + \frac{\varepsilon_0 d U}{d} = \frac{7}{2} \frac{\varepsilon_0 d U}{d}$ (10)

Тогда $E_2 = \frac{q_2}{2\varepsilon_0 d} = \frac{7}{4} \frac{U}{d}$ (т.е. направленные прав. от

2 пластин указан вектор). 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



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

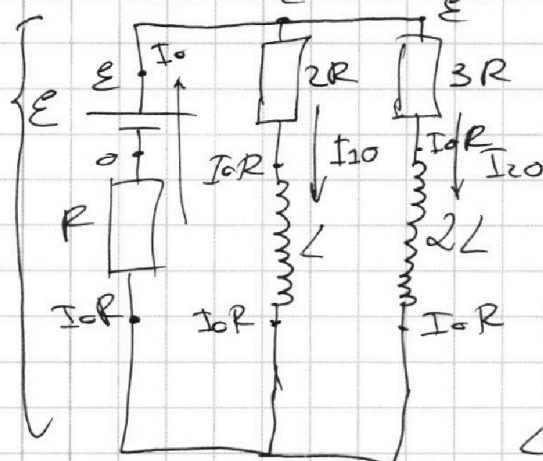


Задача 4.

Расчитать схему при разомкнутом ключе. В цепи установившаяся режим (сохраняется), значения, токи, напряжения через катушки, конденсатор, \Rightarrow напряжения на них равны 0 (т.к. $\hat{U}_L = L \cdot \hat{I}_L$, $\hat{I}_L = \cos t$, $\Rightarrow \hat{I}_L' = 0$.)

метод
потенциалов

по току наводим контуры:



$$I_0 = I_{10} + I_{20} \quad (2)$$

по закону Ома для

замкнутой 2R и 3R:

$$\begin{cases} I_{10} = \frac{\varepsilon - I_0 R}{2R} \\ I_{20} = \frac{\varepsilon - I_0 R}{3R} \end{cases} \quad (2)$$

подст. (2) в (3):

$$I_0 = \frac{\varepsilon - I_0 R}{2R} + \frac{\varepsilon - I_0 R}{3R} \quad / \cdot 6R$$

$$6I_0 R = 3\varepsilon - 3I_0 R + 2\varepsilon - 2I_0 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 11I_0 R = 5\varepsilon \Rightarrow \left(I_0 = \frac{5}{11} \frac{\varepsilon}{R} \right) \quad (3)$$

подставим (3) в (2) (обратно):

$$\left(I_{10} = \frac{\varepsilon - R \cdot \frac{5}{11} \frac{\varepsilon}{R}}{2R} = \frac{6\varepsilon}{22R} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R} \right) \quad (4)$$

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!

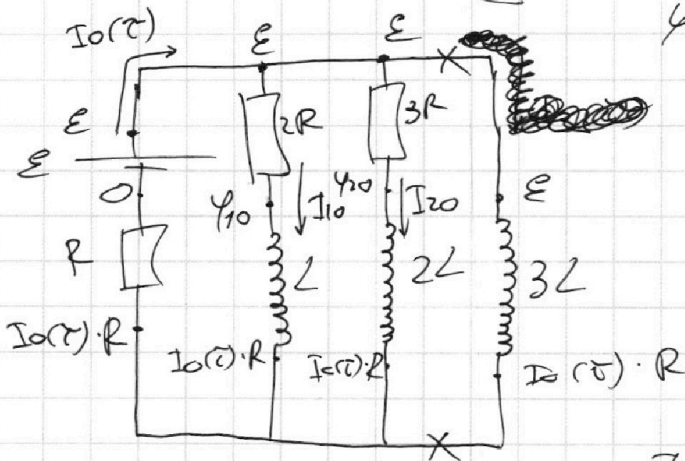


$$I_{20} = \frac{\mathcal{E} - I_0 R}{3R} = \frac{\mathcal{E} - R \cdot \frac{5\mathcal{E}}{11R}}{3R} = \frac{\frac{6}{11}\mathcal{E}}{3R} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \quad (5)$$

В установившемся режиме сразу после замыкания ключа
($t = \infty$)
клетка. Токи, текущие через катушки, складываются

не меняются, значит, $I_L(t) = I_{10}$, $I_{2L}(t) = I_{20}$,

$$I_{3L}(t) = 0, \quad W(t) = W_1(t) + W_2(t) + W_3(t) = \frac{L \cdot I_{10}^2}{2} + \frac{2L \cdot I_{20}^2}{2} \quad (6)$$



$$\varphi_0 = \mathcal{E} - I_{10} \cdot 2R$$

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

$$\varphi_{3L}(t) = \mathcal{E} - I_0(t) \cdot R$$

По третьему закону Кирхгофа:

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

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

$$= \frac{6}{11}\mathcal{E}. \quad \varphi_{3L}(t) = 3L \cdot I_{3L}(t), \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{3L}(t) = \frac{\varphi_{3L}(t)}{3L} = \frac{\frac{6}{11}\mathcal{E}}{3L} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

В установившемся режиме сразу после замыкания ключа
($t = \infty$)
устанавливается режим, токи, текущие
через катушки остаются, значит, ток течет
на всех катушках в уст. сост. в том же направлении.

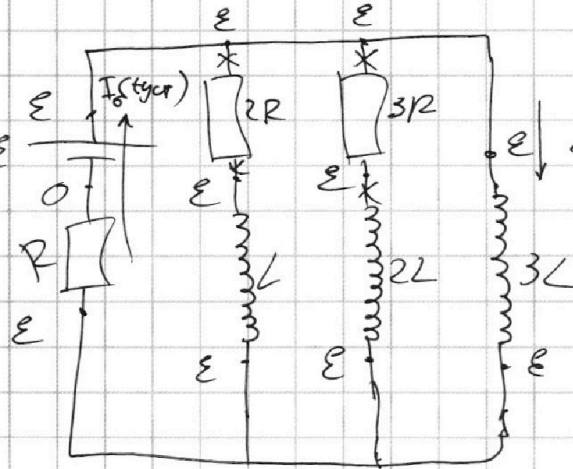
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Из метода контурных токов

берет, 100 ток

через индуктор 2R4

3R не меняет, значит:

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

по 3-му закону Ома для R: $I_0(t) = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow$

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

~~$$W_{\text{ист}} = W_{2R}(t) + W_{2L}(t) + W_{3L}(t) = \frac{3L \cdot \varepsilon^2}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} \frac{\varepsilon^2}{R^2} \quad (7)$$~~

Значит от $t=0$ до $t=t_{\text{уст}}$:

~~$$A_5 = W_2(t_{\text{уст}}) - W_2(0) = \frac{3}{2} \frac{\varepsilon^2}{R^2} - \left(\frac{2I_0^2}{2} + \frac{2L \cdot I_0^2}{2} \right)$$

$$= \frac{3}{2} \frac{\varepsilon^2}{R^2} - \left(\frac{4}{2} \cdot \frac{9}{121} \frac{\varepsilon^2}{R^2} + L \cdot \frac{4}{121} \frac{\varepsilon^2}{R^2} \right) = \frac{\varepsilon^2 (3 \cdot 121 - 9 - 8)}{242 R^2} =$$

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

~~$$A_5 = \varepsilon \cdot q_{\text{ист}} \Rightarrow q_{\text{ист}} = \frac{173}{121} \frac{\varepsilon}{R^2} \text{ - заряд, протекший}$$~~

через этот источник от $t=0$ до $t=t_{\text{уст}}$

через ν
 можно найти ν из в. м.ч. ν t :

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

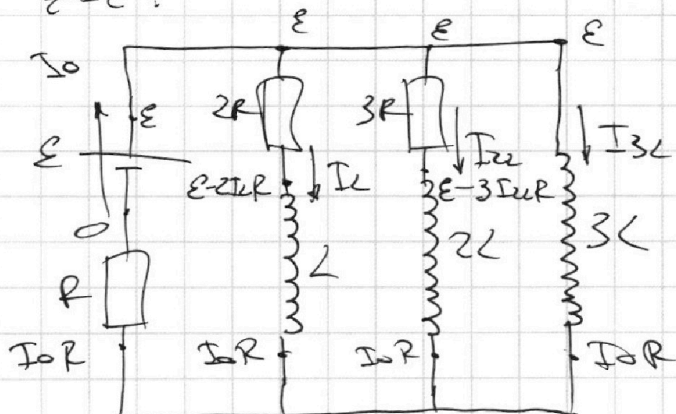
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

$t = \tau$:



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

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

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

$$2R \cdot dq_2 + L \cdot dI_2 = 3R \cdot dq_{2L} + 2L \cdot dI_{2L} = 3L \cdot dI_{3L} \quad (*)$$

Итак суммируем уравнение (*) от $t=0$ до $t=\tau$:

$$2R \cdot q_2 + L \cdot (0 - I_0) = 3R \cdot q_{2L} + 2L \cdot (0 - I_{20}) = 3L \cdot (I_0 \tau)$$

$$2R \cdot q_2 - L \cdot I_0 = 3R \cdot q_{2L} - 2L \cdot I_{20} = 3L \cdot \frac{E}{R}$$

Погор. (4) и (5):

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

 МФТИ

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

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

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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

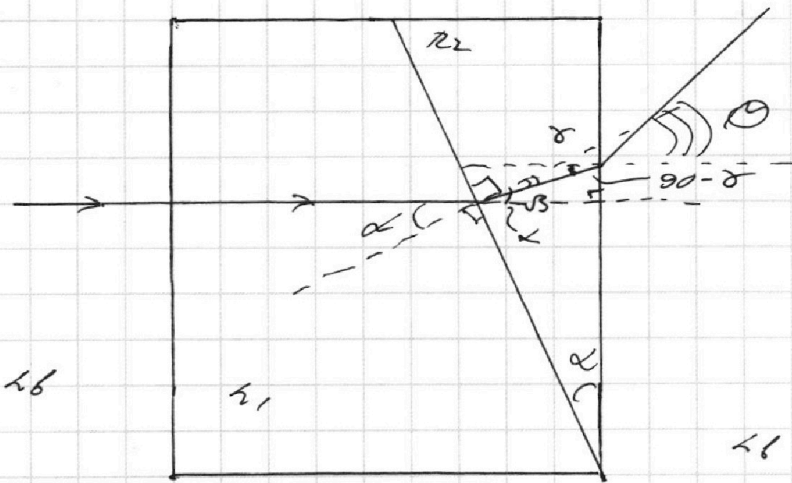
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)

Задача 5.

Рассмотрим луч от источника, идущий ~~перпендикулярно~~ перпендикулярно левой грани системы:

Пусть θ - угол, на который ось оптического луча отклонилась от ~~горизонта~~ горизонтальной оси.



По закону Снеллиуса:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta, \text{ где все углы малые,}$$

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

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

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

$$\Rightarrow \theta = \frac{n_2}{n_1} \delta, \text{ где } n_1 = n_2 \text{ по условию, } \Rightarrow$$

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

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

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!

2) Дано то же, что и в предыдущей задаче.

Нужно найти точку

находим выходную из системы и путь.

Заметим, что $z = 1$, значит, система жвач-
валекта ~~только~~ ^{только} (из всех узлов выбираем в путь с мин. z)
узлов с мин. z и осталь-

ным. Такой узел отключает все z оставшиеся

в ней пути на угол θ , наблюдаясь далее