



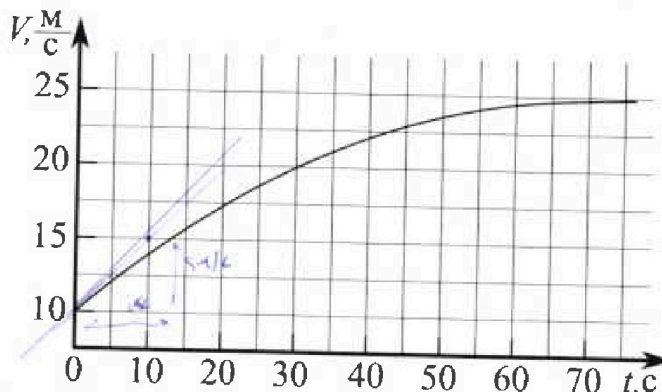
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03



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

1. Автомобиль массой $m = 1500$ 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 $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

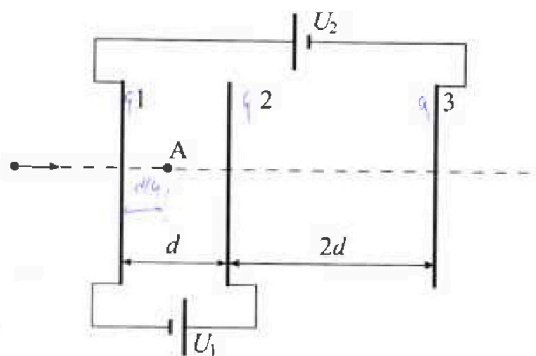
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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 $U_2 = 3U$. 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 $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

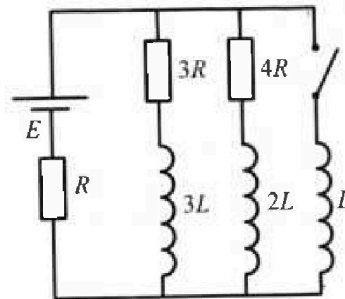
Вариант 11-03

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

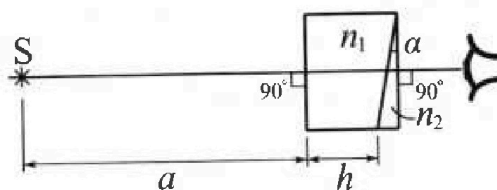
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $a = 90$ 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 $h = 14$ 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 $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

Handwritten calculations for problem 5, showing ray paths and refractive index relationships. The calculations involve determining the angle of deviation and the distance to the image for different refractive index values.

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!

11

1) Ускорение (численое значение) — это условием коэффициента наклона касательной, проведенной в точке ($t=0$)

$$a_0 = \frac{5 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}^2$$

2) В момент разрыва $v = v_{\text{к}} \Rightarrow \varphi = 0$

$\frac{dv_{\text{к}}}{dt} = F_{\text{к}}$ $\vec{F}_{\text{к}}$ $v_{\text{к}} = 25 \text{ м/с}$

$\rightarrow \alpha = \frac{F_{\text{к}}}{v_{\text{к}}}$

В начальный момент: $F_0 - d v_0 = m a_0$ (23. Н.)

$$F_0 = \frac{F_{\text{к}} v_0}{v_{\text{к}}} + m a_0; \quad F_{\text{к}} = \frac{600 \cdot 10}{25} \text{ Н} + \frac{1500 \cdot 0,5}{1} \text{ Н} = 990 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $a = 0,5 \text{ м/с}^2$; 2) $F_0 = 990 \text{ Н}$.

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!

(12)

не

J_1 -ая составляющая в начальном моменте:

$$\frac{V}{\lambda} \begin{array}{c} \text{раств} \\ 2 \\ T_0 \end{array}$$

$$\frac{V}{\lambda} \begin{array}{c} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \\ \text{раств} \\ 4 \\ T_0 \end{array}$$

$$\frac{\text{раств} V}{\lambda} = J_{\text{не}} R T_0 \quad (2)$$

$$\frac{\text{раств} V}{\lambda} = J_{\text{CO}_2} R T_0 \Rightarrow \frac{\text{раств} V}{\lambda} = \frac{J_{\text{CO}_2} R T_0}{1}$$

$$\frac{2}{1} = \frac{J_{\text{не}}}{J_{\text{CO}_2}} \quad (1)$$

$$J_{\text{CO}_2} = \frac{\text{раств} V}{2 R T_0}$$

$$\begin{array}{c} J_{\text{не}}, T_1, (P+P) \\ T_1 (P+P') \\ J'(\text{CO}_2) \frac{11V}{20} \end{array}$$

$$V_{\text{CO}_2} = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11V}{20}$$

Т.к. $T = 373 \text{ K}$, а внешней среды - вода, то $p = \text{раств}$ (только у пара)

$$\text{Для не } (P' + \text{раств}) \frac{V}{5} = J_{\text{не}} R T \quad (3)$$

$\sum \delta V = k_p \frac{V}{4} = \frac{kV}{4} P$. Внешней части лишь пар - вода пар (находящаяся) и пар самостоятельно уходящий из

P' - давление уходящего пара. J' - его количество (моль)

$$P' \frac{11V}{20} = J' R T \Rightarrow J' = \frac{11P'V}{20RT} \quad J' = J_{\text{CO}_2} - \delta V$$

Подставим (2) и (3)

$$\frac{\text{раств} V}{4} \cdot \frac{5}{(P' + \text{раств}) V} = \frac{T_0}{T} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{4(P' + \text{раств})}{5 P_{\text{раств}}}$$

$$\delta V = \frac{kV}{4} \left(P' - \frac{\text{раств} V}{2} \right) = \frac{kVP'}{4} = \frac{kV \text{раств}}{8}$$

$$\frac{11P'V}{20RT} = \frac{\text{раств} V}{2RT} - \frac{kVP'}{4} + \frac{kV \text{раств}}{8} \Rightarrow P' = \frac{5 \text{раств} T (kRT + 1)}{2T_0 (11 + 5kRT)}$$

$$P \left(\frac{11}{20RT} + \frac{k}{4} \right) = \frac{\text{раств}}{2} \left(\frac{1}{RT_0} + k \right)$$

Answer: 1) $\frac{J_{\text{не}}}{J_{\text{CO}_2}} = 2$

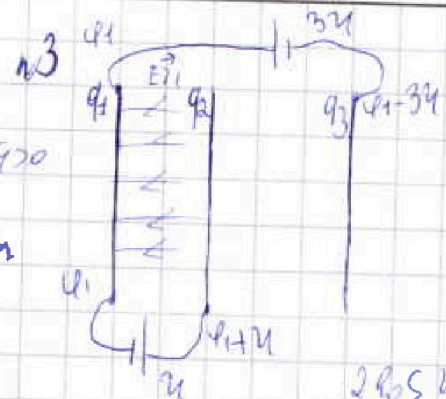
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



На сетках наша подводящая линия четким
кишеч показывает заряды
из закона сохранения заряда $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

пусть:

$$U = \frac{q_2 + q_3 - q_1}{2\epsilon_0 \epsilon} d$$

$$3U = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 \epsilon} d + \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 \epsilon} 2d$$

$$2\epsilon_0 \epsilon U = (q_2 + q_3 - q_1) d$$

$$q_3 = -q_1 - q_2$$

$$2\epsilon_0 \epsilon U = -2q_1 d$$

$$q_1 = -\frac{\epsilon_0 \epsilon U}{d} < 0$$

$$6\epsilon_0 \epsilon U = 3q_1 d + q_2 d - 3q_3 d$$

$$6\epsilon_0 \epsilon U = -3\epsilon_0 \epsilon U + q_2 d - 3d \left(\frac{\epsilon_0 \epsilon U}{d} - q_2 \right) = 3\epsilon_0 \epsilon U + 4q_2 d - 3\epsilon_0 \epsilon U$$

$$12\epsilon_0 \epsilon U = 4q_2 d \rightarrow q_2 = \frac{3\epsilon_0 \epsilon U}{d} > 0$$

$$q_3 = -\frac{3\epsilon_0 \epsilon U}{d} + \frac{\epsilon_0 \epsilon U}{d} = -\frac{2\epsilon_0 \epsilon U}{d} < 0$$

Найдем напряженность поля E между сетками.

$$|E| = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 \epsilon} = 0 \Rightarrow U_0 = U_1 \text{ (при краяхе сетки 1 и 2)}$$

частичка все та же скорость v_0)

по теореме о изменении кинетической энергии

$$K_2 - K_1 = q(\varphi_2 - (\varphi_1 + U))$$

$$K_1 - K_2 = qU \quad (2)$$

поле между сетками 12: $E_{12} = \frac{\epsilon_0 \epsilon U}{d \epsilon_0 \epsilon} = \frac{U}{d}$, направлено влево

$$m a = E_{12} \cdot q \rightarrow a = \frac{Uq}{md} \quad (1)$$

$$3) \quad K_A - K_1 = -q(\varphi_A - \varphi_1) \quad \varphi_A - \varphi_1 = E_{12} \cdot \frac{d}{4} = \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{4} = \frac{U}{4}$$

$$K_A = K_1 - q \frac{U}{4} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{qU}{4} \quad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{qU}{4} \quad | + \frac{qU}{4}$$

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

Ответ: 1) $a = \frac{Uq}{md}$; 2) $K_1 - K_2 = qU$; 3) $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

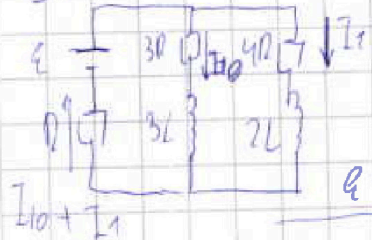
МФТИ

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



14)

При размыкании ключа уст. режим $\Rightarrow \frac{dI_{3L}}{dt} = 0$ $\frac{dI_{2L}}{dt} = 0$
 $I_{3L} = 0$ $I_{2L} = 0$



$$E = 3I_{10}R + I_{10}R + I_1R = 4I_{10}R + I_1R$$

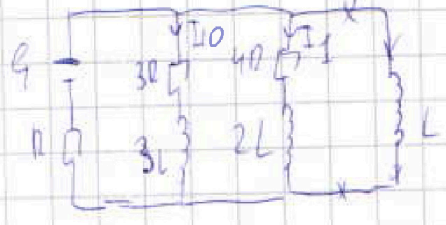
$$E = 4I_1R + I_{40}R + I_1R = 5I_1R + I_{40}R$$

$$E = 5(E - 4I_{10}R) + I_{40}R = 5E - 19I_{10}R$$

$$I_{40} = \frac{4E}{19R} \quad (1)$$

$$I_1 = \frac{E - 4R \cdot \frac{4E}{19R}}{R} = \frac{3E}{19R}$$

2) Ключ поднят замкнутым: ток в катушке L $I_L = 0$
 Ток в остальных участках не изменяется.

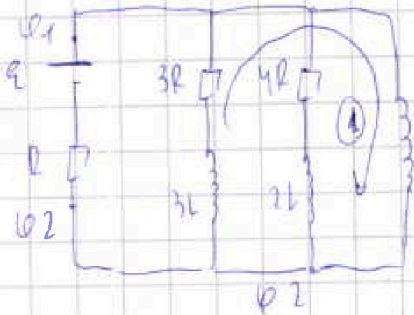


$$E = L \frac{dI_L}{dt} + (I_{10} + I_1)R$$

$$E - R \left(\frac{3E}{19R} + \frac{4E}{19R} \right) = L \frac{dI_L}{dt}$$

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{1}{L} \left(E - \frac{7E}{19} \right) = \frac{12E}{19L} \quad (2)$$

3) Рассматриваем уст. режим при замкнутом ключе $I_L = 0$, $I_{2L} = 0$, $I_{3L} = 0$



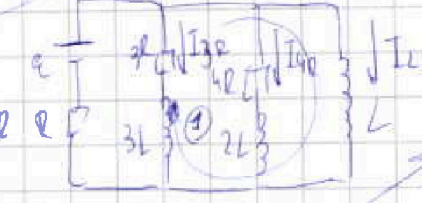
$I_L = 0 \Rightarrow I_1 = I_2 \Rightarrow$ токов I земли не будет $\Rightarrow I_{30} = 0$

Контур для произвольного момента

$$\textcircled{1} \quad 0 = L \frac{dI_L}{dt} - 3L \frac{dI_{30}}{dt} - 3I_{30}R$$

В произвольном моменте

$$3R \int_0^{I_{30}} I_{30} dt = L \int_0^{I_L} dI_L - 3L \int_0^{I_{30}} dI_{30}$$



$$3R I_{30} = \frac{L}{R} \cdot \frac{4E}{19R} - \frac{49L}{19R^2}$$

$$3R I_{30} = 0 - 3L \cdot 0 - I_{10} \Rightarrow 3R I_{30} = 3L I_{10}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4E}{19R}$; 2) $\frac{dI_L}{dt} = \frac{12E}{19L}$; 3) $I_{30} = \frac{4EL}{19R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

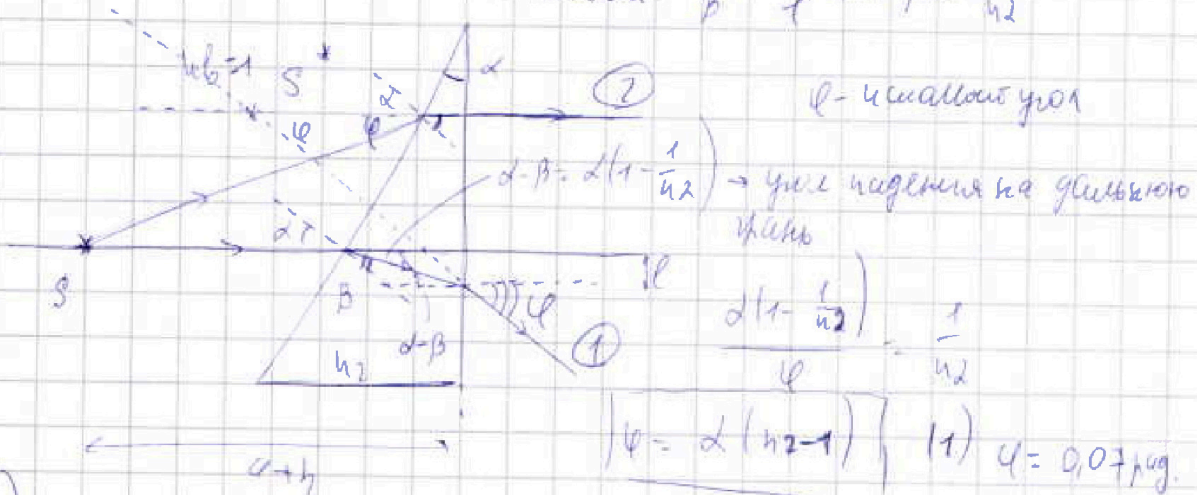
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

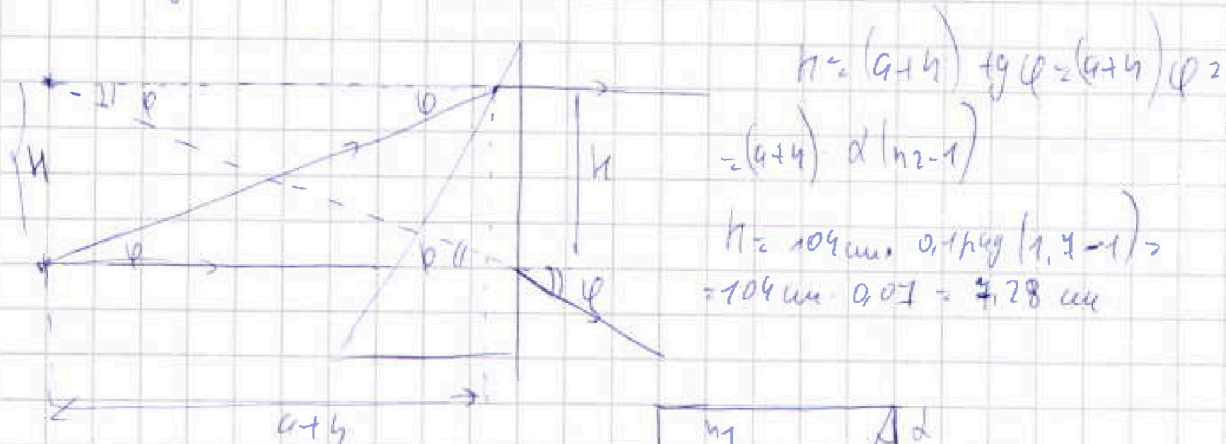
15) 1) $n_1 = n_2 \Rightarrow$ луч проходит через первую призму не преломляясь. Так как углы наклона $\sin \alpha = \alpha$

Эффект: $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{n_2}{1} \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n_2}$

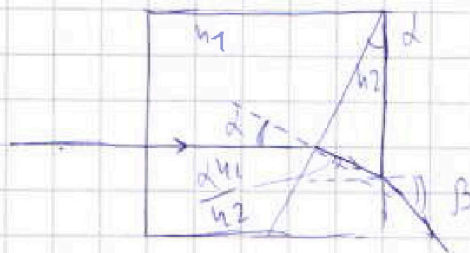


2) Рассмотрим луче луч - который идет и наблюдатель. Это преломление на границе поверхности стекла. Пересечение продолжений этих лучей даст изображение. Обозначим его (2)

Заметим, что величина φ мы можем пренебречь из-за того что толщина прямоугольной призмы много меньше $a+h$. Тогда:



3)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

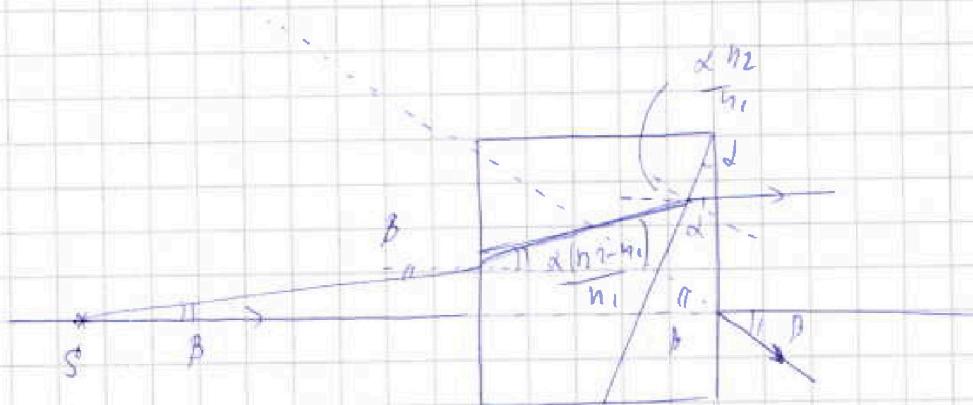
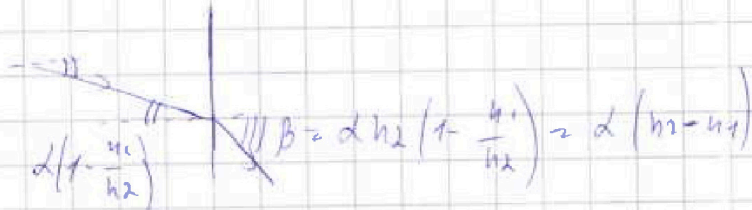
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

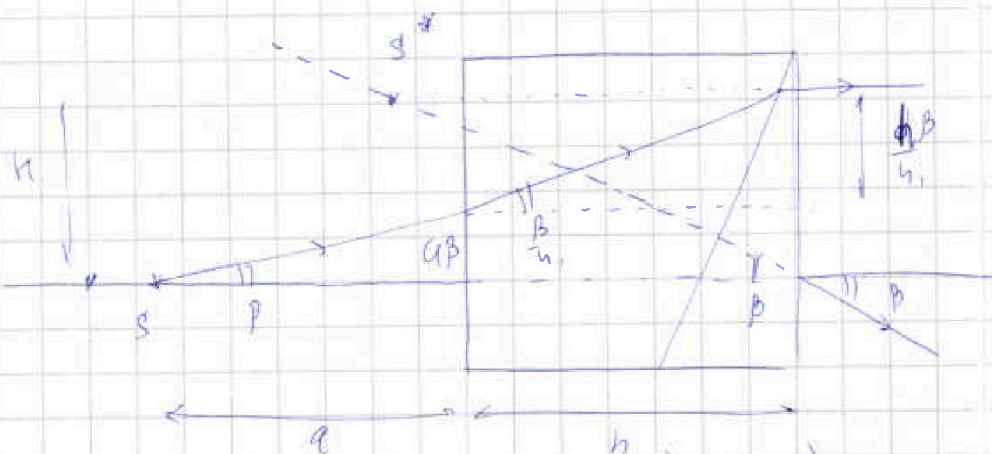


Угол падения на поперечную грань (вспомогательная)



Аналогично рассмотрим луч (2)

S^* будет падать S



$$K = a\beta + \frac{h\beta}{n_1} = \left[d(n_2 - n_1) \left(a + \frac{h}{n_1} \right) \right] \quad (3)$$

$$K = 0,03 (40 + 10) \text{ см} = 0,33 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\varphi = 0,07 \text{ рад}$; 2) $K = 7,28 \text{ см}$; 3) $K = 3 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



Handwritten solution for a problem involving three parallel plates and a capacitor. The solution includes diagrams, equations, and calculations.

Diagram 1: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Diagram 2: Shows a capacitor with three parallel plates. The top plate has charge q_1 and the bottom plate has charge q_2 . The distance between the plates is d . The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$q_1 + q_2 = 0$$

$$q_2 = -q_1$$

$$q_1 + q_3 = 0$$

$$q_3 = -q_1$$

$$q_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = 0$$

$$q_2 = -q_1 = 0$$

$$q_3 = -q_1 = 0$$

Diagram 3: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$U = \int E \cdot dl = \frac{E_1 \cdot d}{\epsilon_0} + \frac{E_2 \cdot 2d}{\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} 2d = \frac{3q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_2 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_3 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

Diagram 4: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$U = \int E \cdot dl = \frac{E_1 \cdot d}{\epsilon_0} + \frac{E_2 \cdot 2d}{\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} 2d = \frac{3q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_2 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_3 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

Diagram 5: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$U = \int E \cdot dl = \frac{E_1 \cdot d}{\epsilon_0} + \frac{E_2 \cdot 2d}{\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} 2d = \frac{3q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_2 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_3 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

Diagram 6: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$U = \int E \cdot dl = \frac{E_1 \cdot d}{\epsilon_0} + \frac{E_2 \cdot 2d}{\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} 2d = \frac{3q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_2 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_3 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

Diagram 7: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$U = \int E \cdot dl = \frac{E_1 \cdot d}{\epsilon_0} + \frac{E_2 \cdot 2d}{\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} 2d = \frac{3q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_2 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_3 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

Diagram 8: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$U = \int E \cdot dl = \frac{E_1 \cdot d}{\epsilon_0} + \frac{E_2 \cdot 2d}{\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} 2d = \frac{3q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_2 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_3 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

Diagram 9: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$U = \int E \cdot dl = \frac{E_1 \cdot d}{\epsilon_0} + \frac{E_2 \cdot 2d}{\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} 2d = \frac{3q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_2 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_3 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

Diagram 10: Shows three parallel plates with charges q_1 , q_2 , and q_3 . The distance between the first and second plate is d , and between the second and third plate is $2d$. The electric field E is indicated between the plates.

Equations and Calculations:

$$U = \int E \cdot dl = \frac{E_1 \cdot d}{\epsilon_0} + \frac{E_2 \cdot 2d}{\epsilon_0} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d + \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} 2d = \frac{3q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_2 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

$$q_3 = -q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3d}$$

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!

$$6\epsilon_0 S U = -3\epsilon_0 S U + q_2 d - 3d \left(-q_2 + \frac{6\epsilon_0 S U}{d} \right)$$

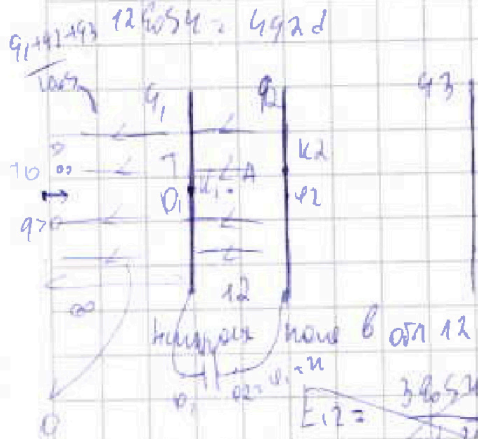
$$q_2 = \frac{3\epsilon_0 S U}{d} > 0$$

$$9\epsilon_0 S U = q_2 d + 3q_2 d - 3\epsilon_0 S U$$

$$q_2 = -\frac{3\epsilon_0 S U}{d} + \frac{6\epsilon_0 S U}{d} = \frac{3\epsilon_0 S U}{d} = 0$$

$$q_1 = \frac{6\epsilon_0 S U}{d} = 0$$

$$q = \frac{1 - 6\epsilon_0 S U}{d} \approx q_1 = 0$$



$$U_{12} = \frac{q_2 + q_3 - q_1}{2\epsilon_0 S} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} \left(\frac{2\epsilon_0 S U}{d} \right) = \frac{U}{d}$$

$$q_{em} = \frac{2q}{m} = \frac{4}{m d}$$

$$U_1 - U_2 = \sum A$$

$$U_1 = \frac{m v_0^2}{2} + q(0 - U_1)$$

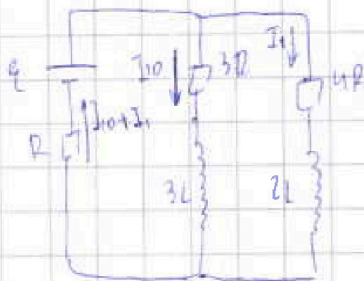
$$U_2 - U_1 = q(U_1 - U_2) = q + U_1 = -4U$$

$$3) U_A - U_B = q(U_1 - U_A)$$

$$U_A - U_B \rightarrow \text{Аналогично}$$

$$U_A = \frac{m v_0^2}{2} - q \frac{U}{d} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{qU}{d} = \frac{m v_0^2}{2}$$

14) Резонансный контур. Усиление



$$\frac{dI_{10}}{dt} = 0$$

$$4 \cdot 3L = 0$$

$$\frac{dI_{20}}{dt} = 0$$

$$4 \cdot 2L = 0$$

$$1) E = 3I_{10}R + I_{10}R + I_1 R = 4I_{10}R + I_1 R$$

$$E = 4I_1 R + I_{10}R + I_1 R = 5I_1 R + I_{10}R$$

$$E \rightarrow 5(I_1 - I_{10})R + I_{10}R = 5E - 4I_{10}R$$

$$I_{10} = \frac{4E}{19R}$$

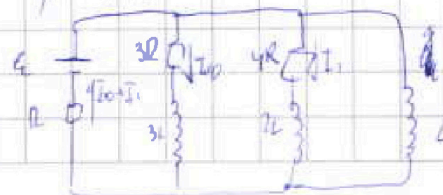
$$I_1 = \frac{E - \frac{16E}{19}}{R} = \frac{3E}{19R}$$

$$2) \text{Контур на резонансе } I_2 = 0$$

$$(I_{10} + I_1) L = \frac{7E}{19}$$

$$E = L \frac{dI_2}{dt} + (I_{10} + I_1) R$$

$$\frac{L dI}{dt} = E - \frac{3E}{19} = \frac{16E}{19} \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{16E}{19L}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

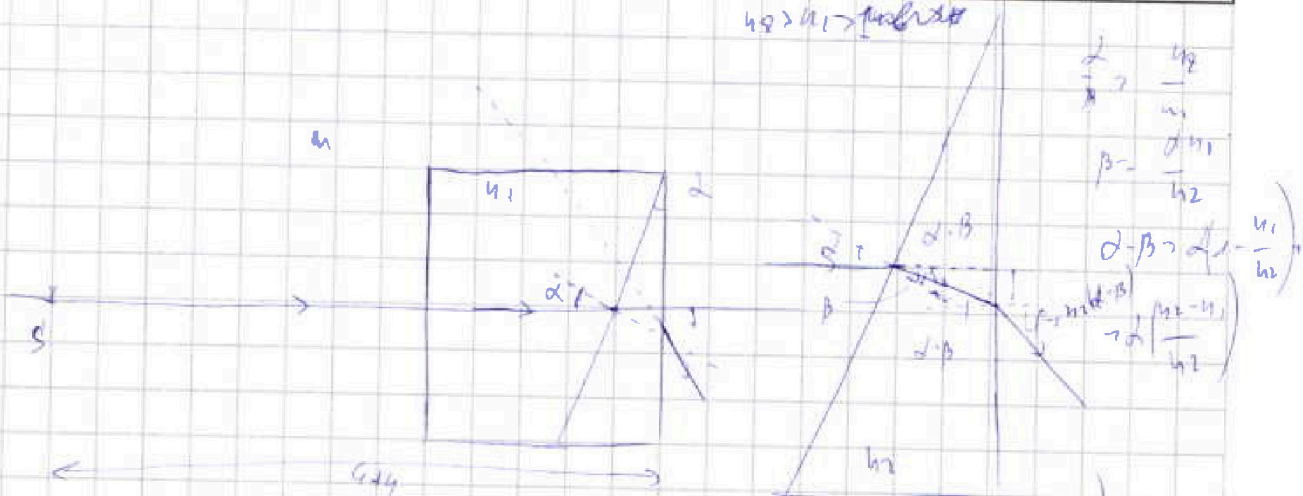
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$u_2 > u_1 > \dots$



$$\beta = \frac{u_1}{u_2} \alpha$$

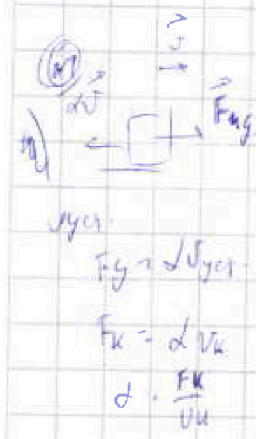
$$\alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{u_1}{u_2} \right)$$

$$\frac{\alpha - \beta}{\alpha} = \frac{1 - \frac{u_1}{u_2}}{1} = \frac{1}{\frac{u_2}{u_1}}$$

$\alpha \approx \alpha (u_2 - u_1)$

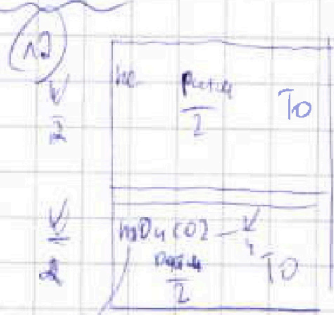
Принцип

$u_2 = v_0 - \frac{F_x}{v_0} v_0$

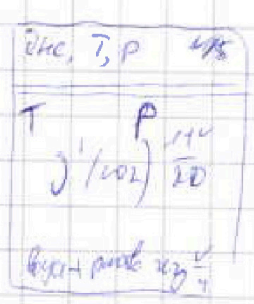


Угол: $F_y = \Delta U_{\text{грав}}$
 $F_x = \Delta U_{\text{норм}}$
 $\alpha = \frac{F_x}{U_{\text{норм}}}$

$P \frac{V}{3} = J_{\text{не RT}}$



Решение $\frac{V}{2} = J_{\text{не RT}}$
 Решение $\frac{V}{4} = J \cos \theta \text{ RT}$
 Решение $V = J_{\text{не RT}}$
 Решение $V = J \cos \theta \text{ RT}$



$u \cos \theta = \frac{u}{2}$
 $\cos \theta = \frac{1}{2}$
 $\theta = 60^\circ$

4) расстояние между...

$50 = u \frac{u}{2} \frac{1}{4} = \frac{K u^2}{8}$

$\frac{1}{4} \frac{1}{1} = \frac{J_{\text{не RT}}}{J \cos \theta}$

Решение

$P \frac{uV}{20} = J \text{ RT}$

$\Delta U = K \frac{u}{4} P = \frac{uV}{4} P$

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!



90 - задание 4.3 по условию 21

$$4I_1 R + 2L \frac{dI_1}{dt} = \mathcal{E} \quad | \cdot dt$$

$$4R \int_0^{I_1} dI_1 = L \int_0^{I_1} dI_1 - 2L \int_0^{I_1} dI_1$$

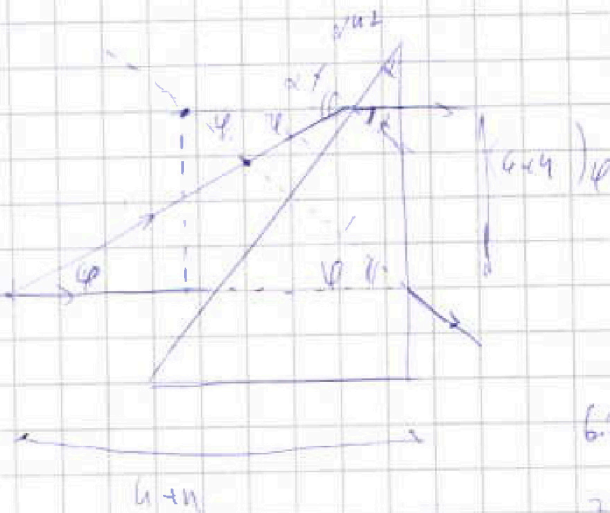
$$I_{10} \cdot 4R + 3L \frac{dI_{10}}{dt} = \mathcal{E} \quad | \cdot dt$$

$$4R \int_0^{I_{10}} dI_{10} = L \int_0^{I_{10}} dI_{10} - 3L \int_0^{I_{10}} dI_{10}$$

$$4R I_{10} = 4BL I_{10}$$

$$I_{10} = \frac{L I_{10}}{R} \rightarrow \frac{L}{R} \rightarrow 0,12 \frac{0,1}{10} = 0,0012$$

(28)



$$\frac{25}{124} = \frac{93}{93}$$

$$6.0.4 + 200 \rightarrow 303(90+10)$$

$$\rightarrow 140 + 780$$

$$97,93 \left(90 + \frac{14,10}{14} \right)$$

$$\frac{d}{h_1} = \frac{h_2}{h_1}$$

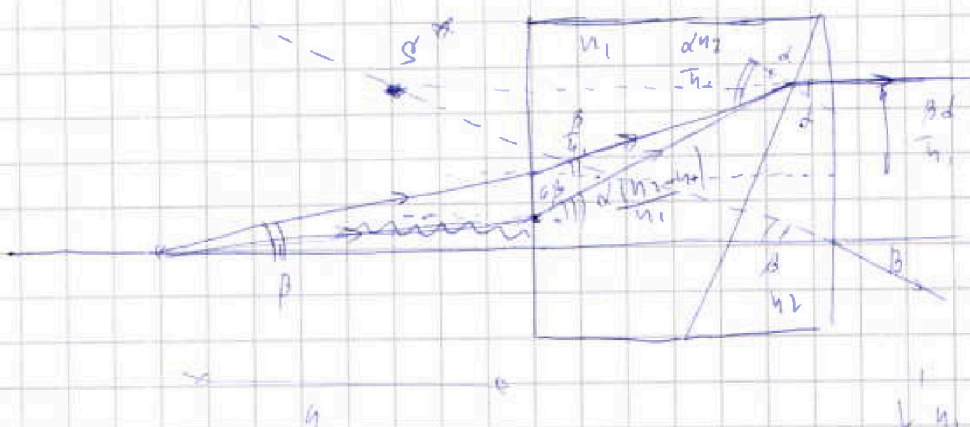
$$\frac{d}{h_1} = \frac{d h_2}{h_1^2}$$

$$d \left(\frac{h_2}{h_1} - 1 \right) =$$

$$= 2$$

$$2 \cdot d \cdot (h_2 - h_1)$$

$$\frac{d}{d(h_2 - h_1)} = \frac{h_1}{1}$$



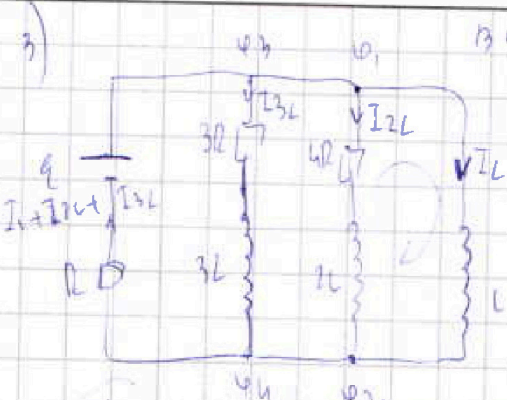
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



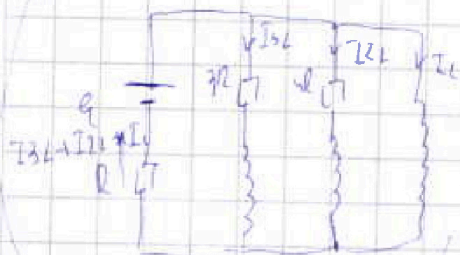
из уравнения энергии цепи

$$\frac{dW}{dt} = \mathcal{E} \cdot I_1 - \mathcal{U}_2$$

$$\mathcal{E} - \mathcal{U}_2 = 4 I_2 R + 2L \frac{dI_2}{dt}$$

поиск ячеек учета энергии I_{3L}, I_{2L}, I_L

$$\mathcal{U}_{3L} = 0, \mathcal{U}_{2L} = 0, \mathcal{U}_L = 0$$



$$\mathcal{E} = (I_{3L} + I_{2L} + I_L) R = (I_L + I_{2L}) R + \mathcal{E} - I_{3L} R$$

$$\mathcal{E} = 3 I_{3L} R + I_{2L} R + I_{2L} R + I_L R$$

$$I_{2L} = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{I_{3L}}{4}$$

$$\mathcal{E} = 4 I_{3L} R + R (I_L + I_{2L}) = 4 I_{3L} R + \mathcal{E} - I_{3L} R$$

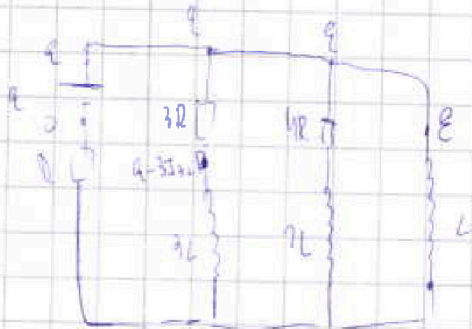
$$I_{3L} = 0, I_{2L} = 0, I_L = 0$$

~~$$\mathcal{E} = 3 I_{3L} R + (I_{2L} + I_{2L}) R$$~~

$$\frac{dW}{dt} = 4 I_{2L} R + 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$3 I_{3L} R + 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = 4 I_{2L} R = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$\mathcal{E} = 3 I_{3L} R + 3L \frac{dI_{3L}}{dt} + (I_L + I_{2L} + I_{3L}) R$$



$$3 I_{3L} R + 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = L \frac{dI_L}{dt}$$

$$3 \mathcal{E} R + 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = L \frac{dI_L}{dt}$$

связь между токами

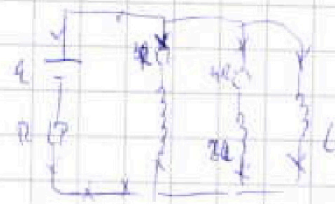
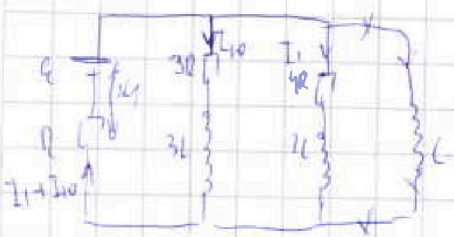
по энергии

$$W_1 = \frac{3L}{2} I_{10}^2 + \frac{2L}{2} I_1^2$$

$$W_2 = 0$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{U}_2 - \mathcal{U}_1$$

$$3\mathcal{E} = \frac{1}{2} \left(\frac{3L}{2} I_{10}^2 + L I_1^2 \right)$$



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



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

15

