



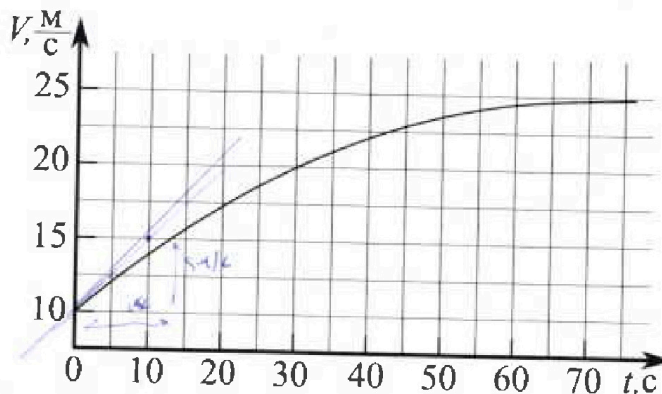
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

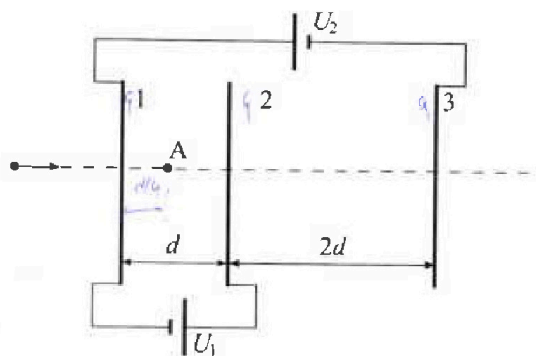
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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

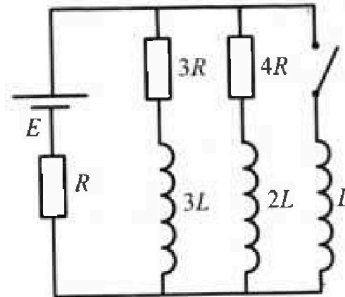
Вариант 11-03

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

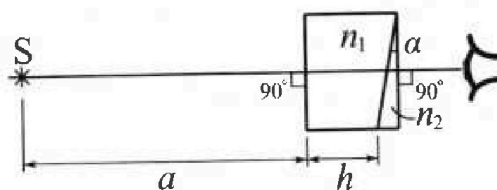
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 deviation of the ray and the position of the image seen by the observer through the prism system.

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

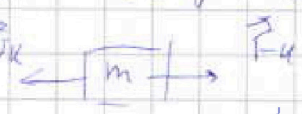
11

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 начале разгона $v = v_{\text{к}} \Rightarrow \varphi = 0$

$\frac{dv_{\text{к}}}{dt} = F_{\text{к}}$ $\rightarrow \alpha = \frac{F_{\text{к}}}{v_{\text{к}}}$ $v_{\text{к}} = 25 \text{ м/с}$



В начале разгона: $F_0 - dv_0 = m a_0$ (23. Н.)

$$F_0 = \frac{F_{\text{к}} v_0}{v_{\text{к}}} + m a_0; \quad F_{\text{к}} = \frac{600 \cdot 10}{25} \text{ Н} + \frac{1500 \cdot \text{Н}}{2} = 990 \text{ Н}$$

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.

$$\frac{V}{\lambda} \begin{array}{|c|} \hline \text{раств} \\ \hline \frac{2}{\lambda} T_0 \\ \hline \frac{4p + 102}{4} \text{раств} \\ \hline \frac{1}{\lambda} T_0 \\ \hline \end{array} \quad \frac{V}{4}$$

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

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

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

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

$$\begin{array}{|c|} \hline J_{\text{не}}, T_1, (P+P) \\ \hline T_1 (P+P') \\ \hline J'(102) \frac{11V}{20} \\ \hline \end{array} \quad \frac{V}{5}$$

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

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

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

$\sum \delta V = \frac{kV}{4} \frac{V}{4} = \frac{kV^2}{16} P$. Внешней части лишь изоб - вращая пер (увеличение) и пере обратного увеличения из

P' - увеличение уменьшения изоб. J' - со количеством (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)

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

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

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

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

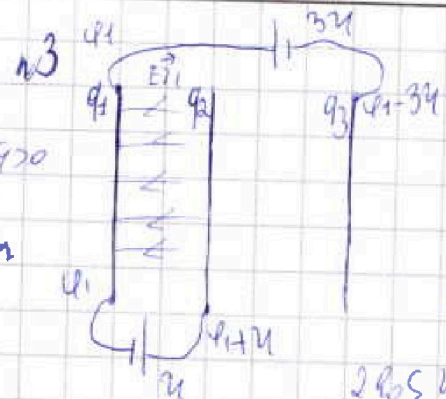
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 четкой линией показывает заряды

из закона сохранения заряда $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

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

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

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

$$q_3 = -q_1 - q_2$$

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

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

пусть:
 $q_1 > 0$
 $q_2 > 0$
 $q_3 > 0$

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

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

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

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

Найдем напряженность поля в слое от сеток

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

частича все та же скорость v_0

по теореме о изменении кинетической энергии

$$K_2 - K_1 = q(\phi_2 - (\phi_1 + U))$$

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

поле между сетками 1, 2: $E_{12} = \frac{\epsilon_0 \epsilon U}{d \epsilon_0 \epsilon} = \frac{U}{d}$, направлено влево

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

$$3) \quad K_A - K_1 = -q(\phi_A - \phi_1) \quad \phi_A - \phi_1 = E_{12} \cdot \frac{d}{4} = \frac{U}{4} \cdot \frac{d}{4} = \frac{Ud}{4}$$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

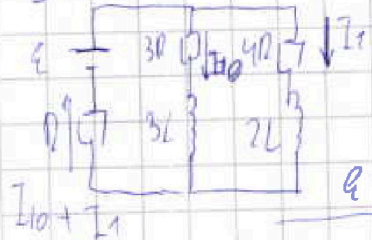
МФТИ

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



14)

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



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

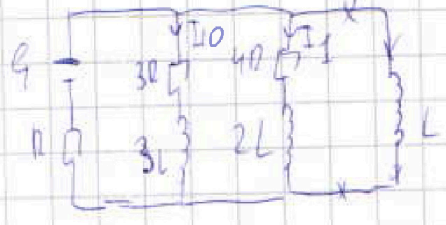
$$E = 4I_1R + I_{40}R + I_1R = 5I_1R + I_{40}R$$

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

$$I_{10} = \frac{4E}{19R} \quad (1)$$

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

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

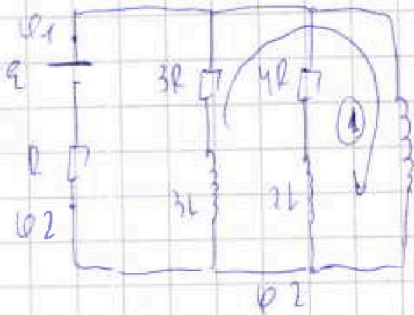


$$E = L \frac{dI_L}{dt} + (I_{10} + I_1)R$$

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

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

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



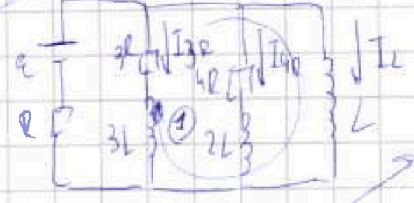
$I_L = 0 \Rightarrow I_{10} = I_{20} \Rightarrow$ токов I нет
 не будет $\Rightarrow I_{30} = 0$

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:

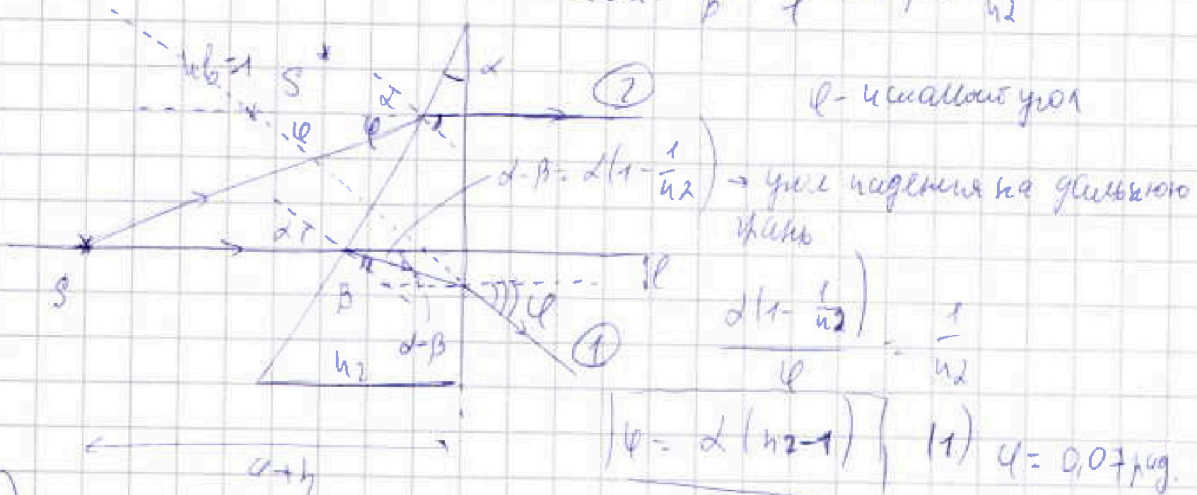
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

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

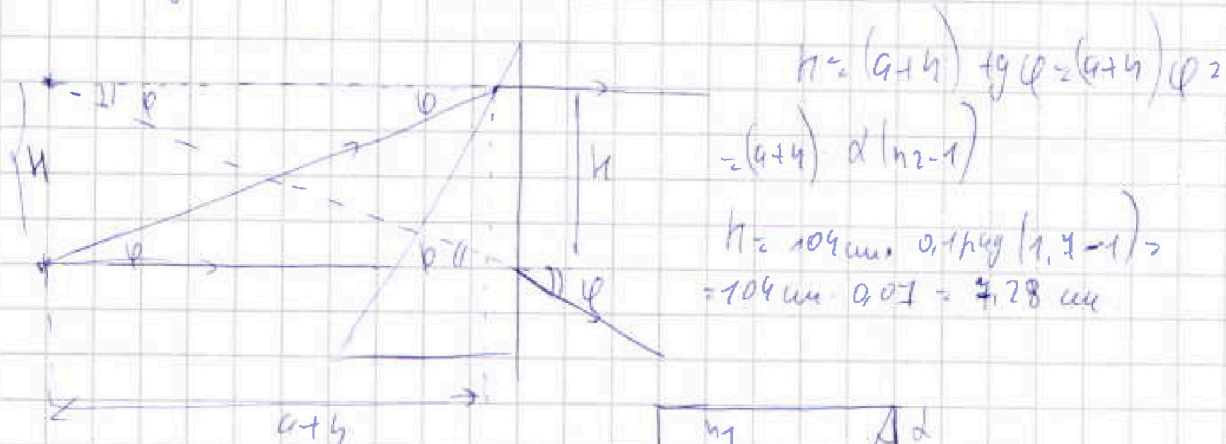
а) 1) $n_1 = n_2 \Rightarrow$ луч проходит через первую призму не преломляясь. Так как углы наклона $\sin \alpha = \alpha$

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

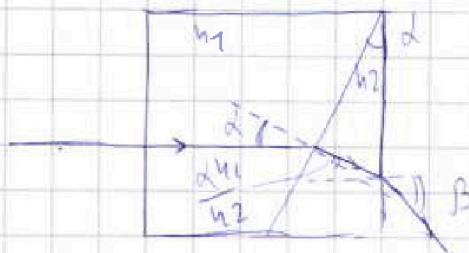


2) Рассмотрим луче луч - который идет и приближается к перпендикулярно наружной поверхности второй призмы. Пересечение продолжений этих лучей даст изображение обозначим его (2)

Заметим, что величина φ мы можем выразить из-за того что толщина прямоугольной призмы много меньше α . Тогда:



3)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

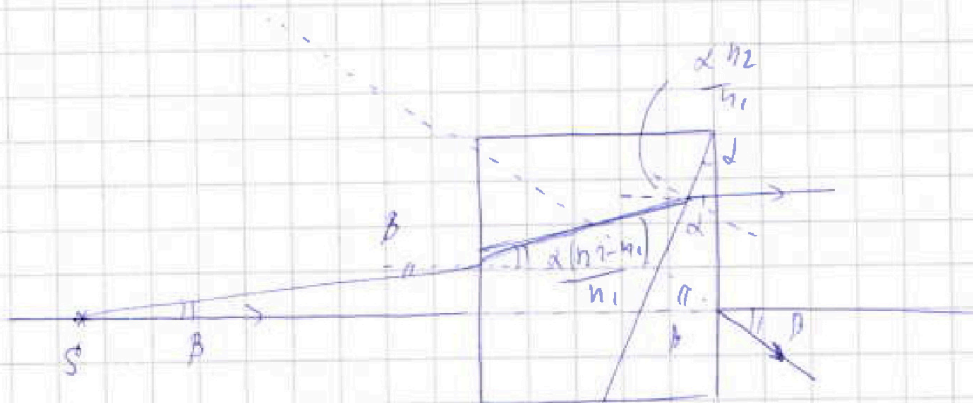
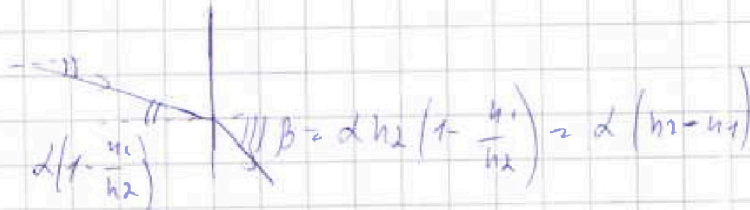
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

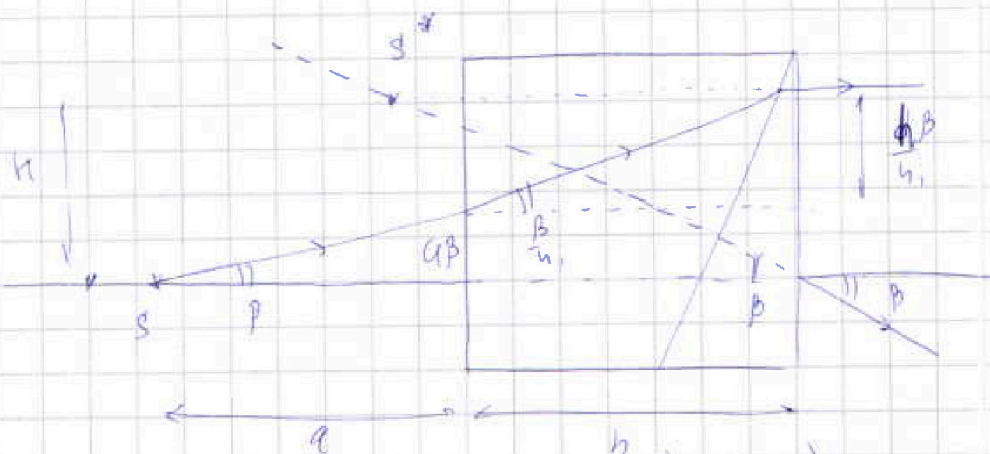


Угол падения на поперечную грань (по направлению)



Аналогично рассмотрим луч (2)

S^* будет падать S



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

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

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

МФТИ

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

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

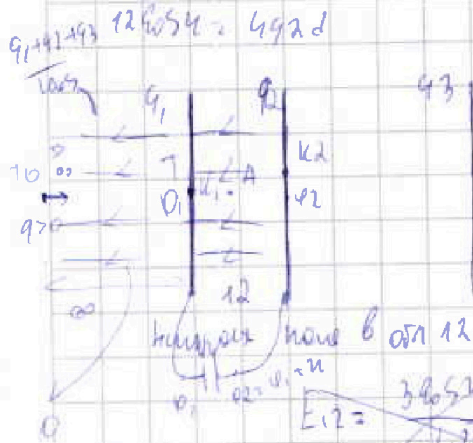
$$q_2 = \frac{3\epsilon_0 S U}{d} > 0$$

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

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

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

$$q = \frac{1 - 6\epsilon_0 S U}{d} \approx 0; \quad q_1 = 2$$



$$E_1 = \frac{q_1 + q_2 - q_1}{2\epsilon_0 S} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} \left(\frac{2\epsilon_0 S U}{d} \right) = \frac{U}{d}$$

$$2) \quad \epsilon_{\text{eff}} = \frac{2\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{4}{\epsilon_0}$$

$$K_1 - K_2 = \sum A$$

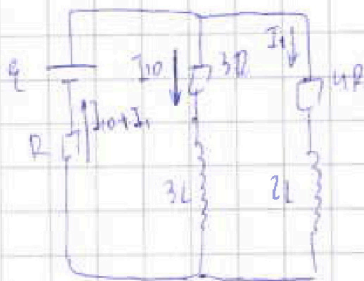
$$U_1 = \frac{m\omega^2}{2} + q(0 - U_1)$$

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

$$3) \quad K_2 - K_1 = q(U_1 - U_2)$$

$$U_2 - U_1 = \frac{m\omega^2}{2} - qU_1 = \frac{m\omega^2}{2} - \frac{qU}{2} = \frac{m\omega^2}{2}$$

14) Разомкнутый контур. У нас резистор



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

$$43L = 0$$

$$\frac{dI_{12}}{dt} = 0$$

$$U_{11} = 0$$

$$1) \quad E = 3I_{10}R + I_{10}R + I_{11}R = 4I_{10}R + I_{11}R$$

$$E = 4I_{12}R + I_{10}R + I_{12}R = 5I_{12}R + I_{10}R$$

$$E = 5(I_2 - I_{10})R + I_{10}R = 5E - 4I_{10}R$$

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

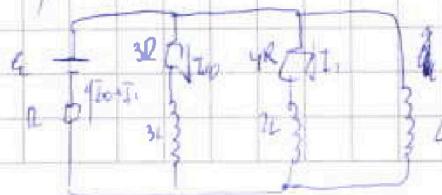
$$I_{12} = \frac{E - \frac{16E}{19}}{R} = \frac{3E}{19R}$$

2) Контур разомкнут $I_2 = 0$

$$(I_{10}, I_{11}) \cdot L = \frac{7E}{19}$$

$$\text{ЭДС } E = L \frac{dI_2}{dt} + (I_{10} + I_{11})R$$

$$\frac{L dI}{dt} = E - \frac{7E}{19} = \frac{12E}{19} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{12E}{19L}$$



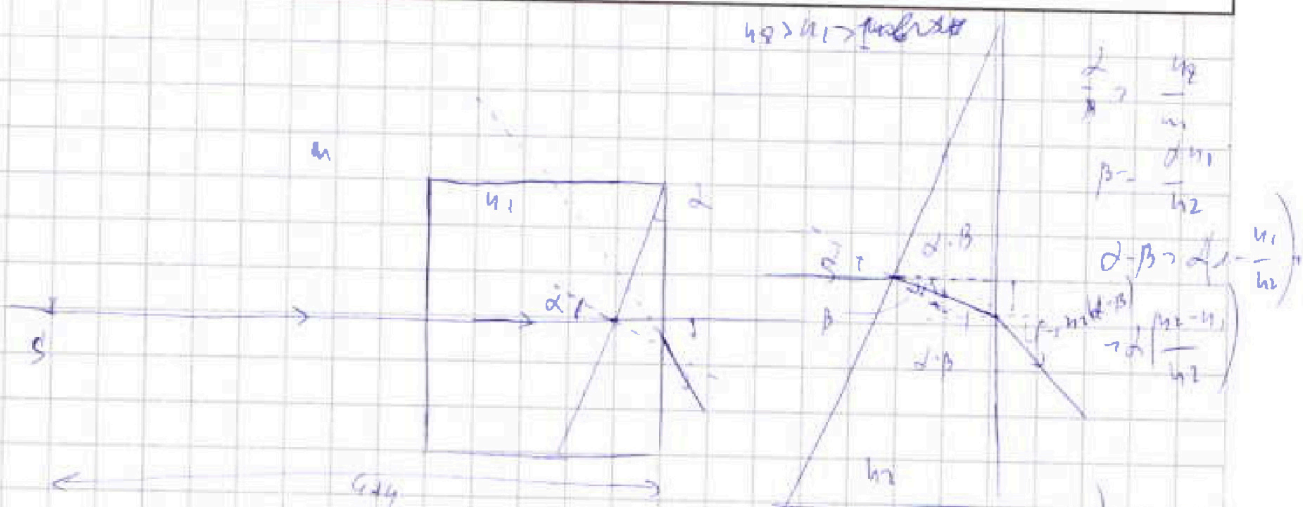
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

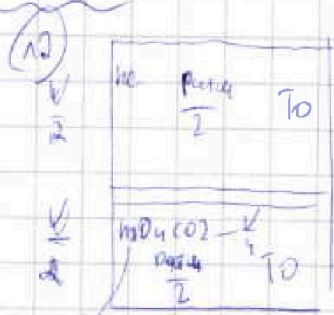


$F_y = \Delta U_{\text{грав}}$
 $F_x = \Delta U_{\text{эл}}$
 $d \cdot \frac{F_x}{U_{\text{эл}}}$

$Q = \alpha(h_2 - h_1)$

Примем
 $u_{\text{эл}} = F_0 - d \cdot \frac{F_x}{U_{\text{эл}}} \cdot V_0$

$P \frac{U}{3} = J_{\text{те}} R T$

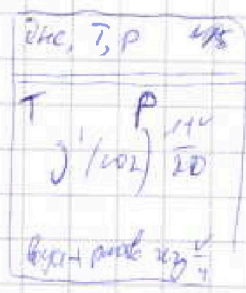


$P_{\text{те}} \frac{U}{2} = J_{\text{те}} R T_0$

$P_{\text{эл}} \frac{U}{2} = J_{\text{эл}} R T_0$

$P_{\text{те}} U = J_{\text{те}} R T_0$

$P_{\text{эл}} U = J_{\text{эл}} R T_0$



$2U \cos \alpha_1 = \frac{U}{2}$
 $2U \cos \alpha_2 = \frac{U}{2}$
 $2U \cos \alpha_3 = \frac{U}{2}$

$3U = U \frac{P_{\text{те}} U}{2} = \frac{K_{\text{те}} U V}{2}$

$\frac{1}{2} \frac{U}{2} = \frac{J_{\text{те}}}{J_{\text{эл}}}$

Приведем

$P \frac{U}{2} = J R T$

$J(P) = K \frac{U}{4} P = \frac{U V}{4} P$

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

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

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

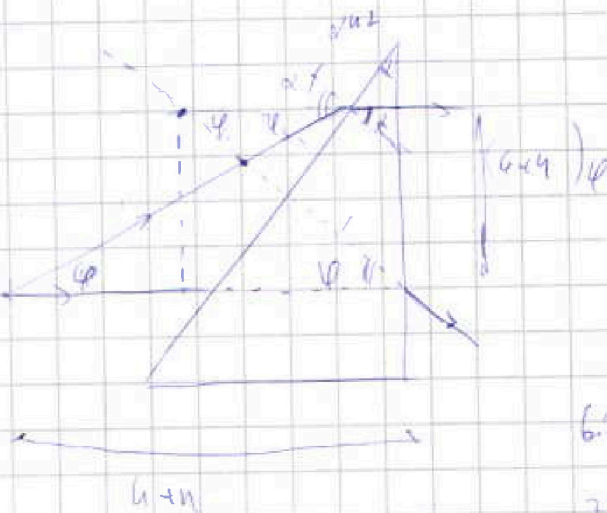
$$I_{10} \cdot 4R + 3L \frac{dI_1}{dt} = \mathcal{E} \quad | \cdot dt$$

$$4R \int_0^{I_{10}} dI_1 = L \int_0^{I_{10}} dI_1 - 3L \int_0^{I_{10}} dI_1$$

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

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

(28)



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

$$6 \cdot 0,4 + 25 = 93(0,4 + 10)$$

$$240 + 25 = 93 \cdot 4,4$$

$$97,93 \left(90 + \frac{4,4 \cdot 10}{93} \right)$$

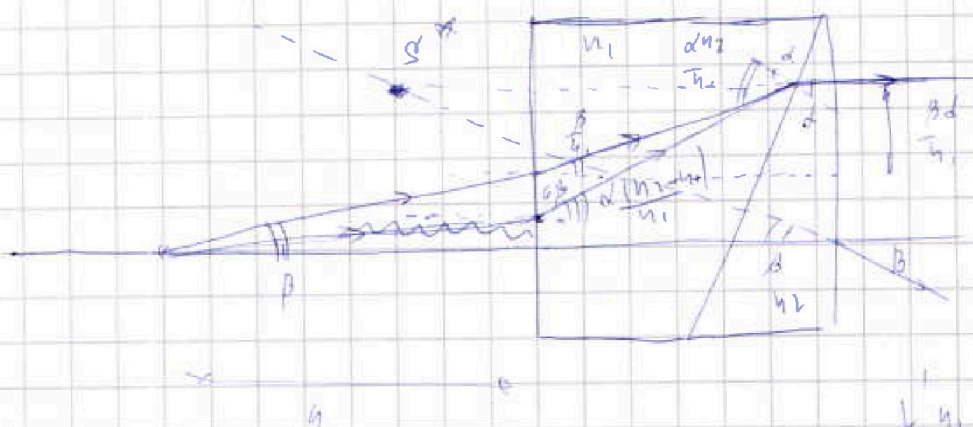
$$\frac{d}{h_1} = \frac{h_2}{h_1}$$

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

$$\frac{d(h_2 - h_1)}{h_1} = 2d$$

$$2d(h_2 - h_1)$$

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



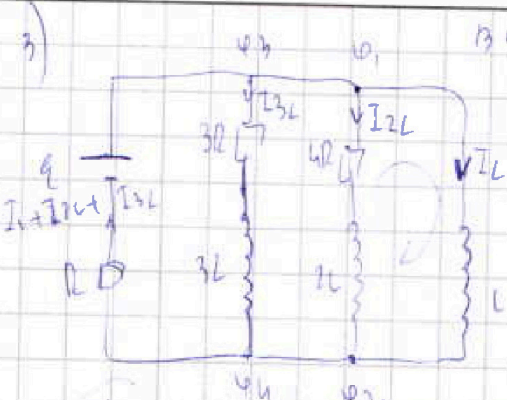
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

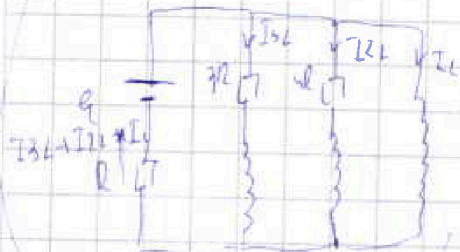


из уравнения шунта 4Ω

$$\frac{L dI_2}{dt} = (E - U_2)$$

$$U_2 = 4I_2 R + 2L \frac{dI_2}{dt}$$

по второму закону Кирхгофа: I_{3L}, I_{2L}, I_L
 $U_{3L} = 0, U_{2L} = 0, U_{1L} = 0$



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

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

$$I_{3L} = \frac{E}{3R} = \frac{12V}{3\Omega} = 4A$$

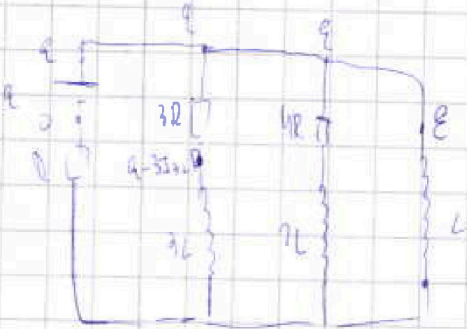
$$E = 4I_{3L} R + R(I_L + I_{2L}) = 4I_{3L} R + E - I_{3L} R$$

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

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

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

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



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

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

$$3 \cdot 4 \cdot 3 \Omega \cdot R + 3L \frac{dI_{2L}}{dt} = L \frac{dI_L}{dt}$$

сначала через 3 Ом

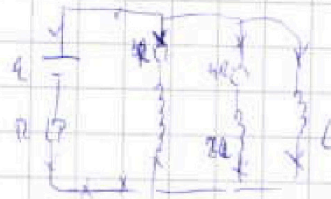
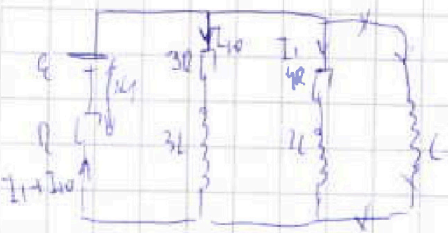
по второму

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

$$W_2 = 0$$

$$E_{pot} = U_2 - U_1$$

$$E_{pot} = \frac{1}{C} \left(\frac{3L}{2} I_{10}^2 + L I_1^2 \right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



15

1)

2)

3)

4)

5)

6)

7)

$$j = \frac{u_1 \alpha}{200 \tau} = \frac{u_1 \alpha}{8 \rho \tau \alpha} = \frac{u_1 \alpha}{8} + \frac{u_1 \alpha \rho \sin \alpha}{8} \quad \rho = h_2 \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$\frac{u_1 \alpha}{200 \tau} = \frac{u_1 \alpha}{8} - \frac{\rho \sin \alpha}{8} = \alpha (h_2 - 1)$$

$$\Delta D = \frac{u_1 \alpha}{8} \left(\rho - \frac{\rho \sin \alpha}{2} \right)$$