



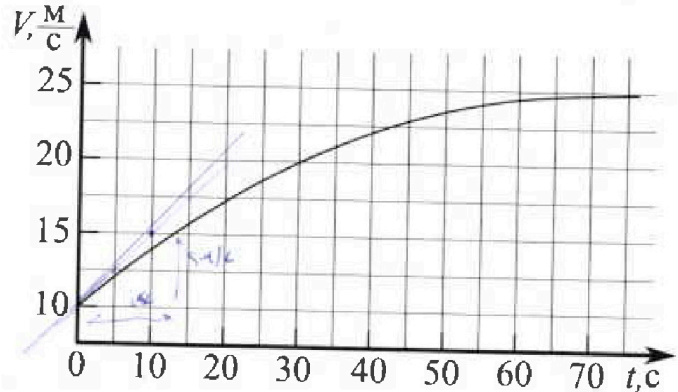
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

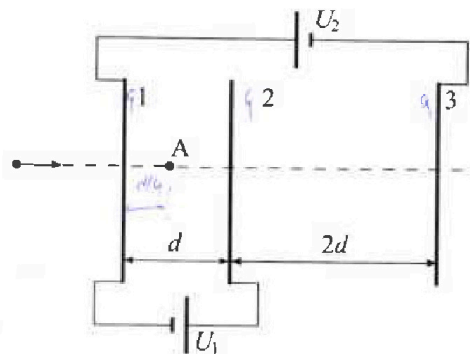
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta\nu$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta\nu = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите 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

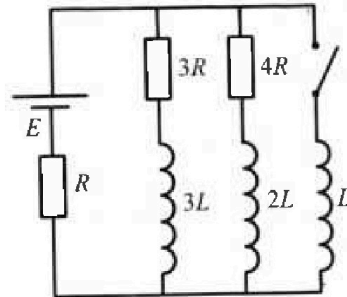
## Вариант 11-03

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

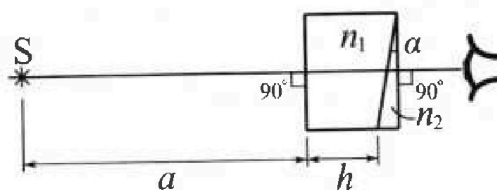
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 refraction at the interface between the two prisms and the resulting image position. Key steps include:
 

- Using Snell's law at the interface:  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ .
- Approximating for small angles:  $\alpha \approx n_2 \beta$ .
- Calculating the lateral displacement of the ray through the second prism.
- Determining the effective optical path length and the resulting image distance.

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

$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} \leftarrow m \rightarrow \vec{F}_H$   $v_{\text{к}} = 25 \text{ м/с}$

$$dv_{\text{к}} = F_H \rightarrow \alpha = \frac{F_H}{v_{\text{к}}}$$

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

$$F_0 = \frac{F_H v_0}{v_{\text{к}}} + m a_0; \quad F_H = \frac{600 \cdot 10}{25} \text{ Н} + \frac{1500 \cdot 0,5}{1} \text{ Н} =$$
$$\underline{\underline{390 \text{ Н}}}$$

Ответ: 1)  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ ; 2)  $F_0 = 390 \text{ Н}$ .

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 максимальном моменте:

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

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

$$\frac{\text{раств} V}{\lambda} = J_{CO_2} R T_0 \Rightarrow \frac{\text{раств} V}{\lambda} = \frac{J_{CO_2} R T_0}{1}$$

$$\frac{2}{1} = \frac{J_{не}}{J_{CO_2}} \quad (1)$$

$$J_{CO_2} = \frac{\text{раств} V}{2 R T_0}$$

$$\begin{array}{|c|} \hline J_{не}, T_0 (P+P) \\ \hline T (P+P') \\ \hline J'(CO_2) \frac{11V}{20} \\ \hline \end{array}$$

$$V_{CO_2} = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11V}{20}$$

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

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

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

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

$$P' \frac{11V}{20} = J' R T \Rightarrow J' = \frac{11P'V}{20RT} \quad J' = J_{CO_2} - \delta V$$

Подставим (2) и (3)

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

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

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

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

Answer: 1)  $\frac{J_{не}}{J_{CO_2}} = 2$

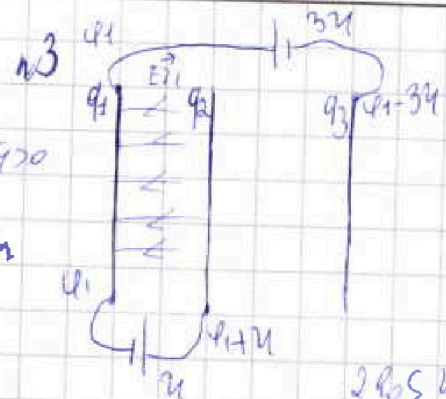
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

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

$$K_A = K_1 - q \frac{U}{4} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{qU}{4} \quad \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{qU}{4} \quad | \cdot 2$$

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

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

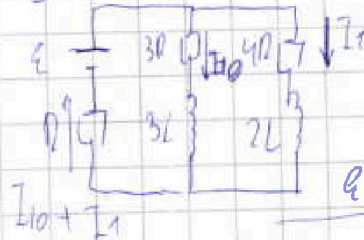
МФТИ

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



14)

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



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

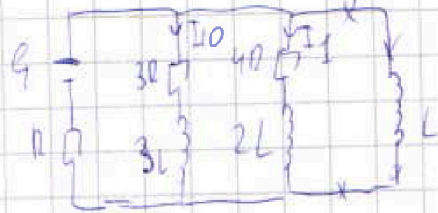
$$E = 4I_1R + I_{40}R + I_1R = 5I_1R + I_{40}R$$

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

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

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

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

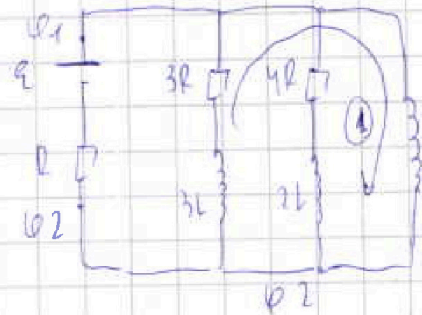


$$E = L \frac{dI_L}{dt} + (I_{10} + I_1)R$$

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

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

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



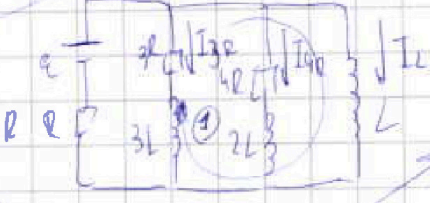
$I_L = 0 \Rightarrow I_1 = I_2 \Rightarrow$  токов  $I$  земли не будет  $\Rightarrow I_{30} = 0$

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:

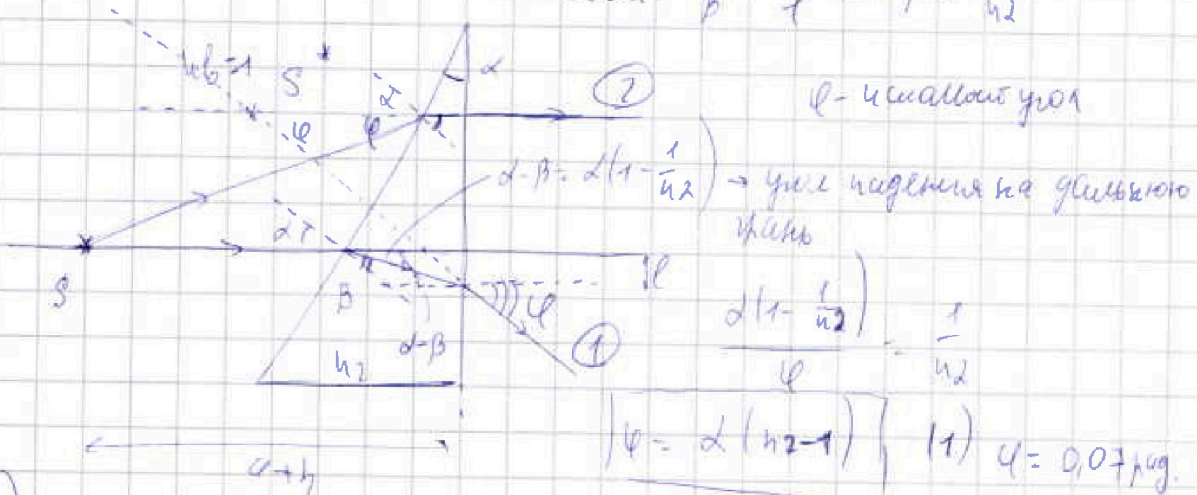
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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

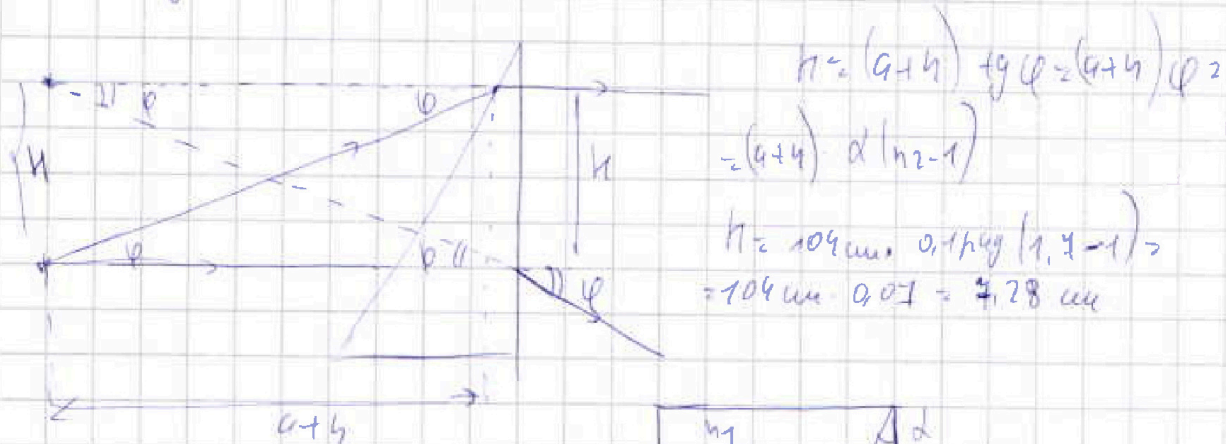
а) 1)  $n_A = n_B \Rightarrow$  луч пройдет через первую призму не преломляясь. Так как углы наклона  $\sin \alpha = \alpha$

Этот же угол  $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{n_2}{1} \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n_2}$

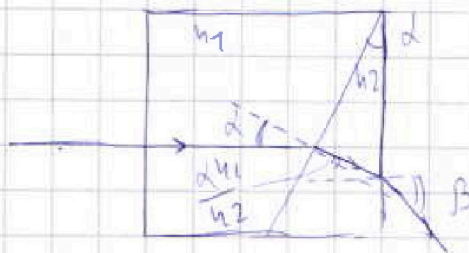


2) Рассмотрим луче луч - который идет и приближается к перпендикулярно наружной поверхности второй призмы. Пересечение продолжений этих лучей даст изображение обозначим его (2)

Заметим, что величина  $\varphi$  мы можем выразить из-за того что толщина прямоугольной призмы много меньше  $\alpha$ . Тогда:



3)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

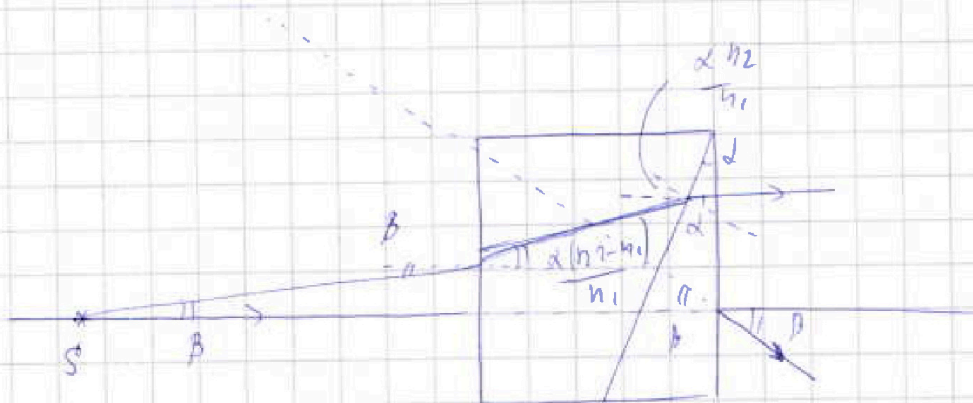
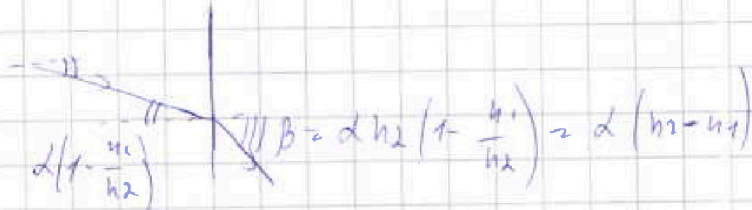
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

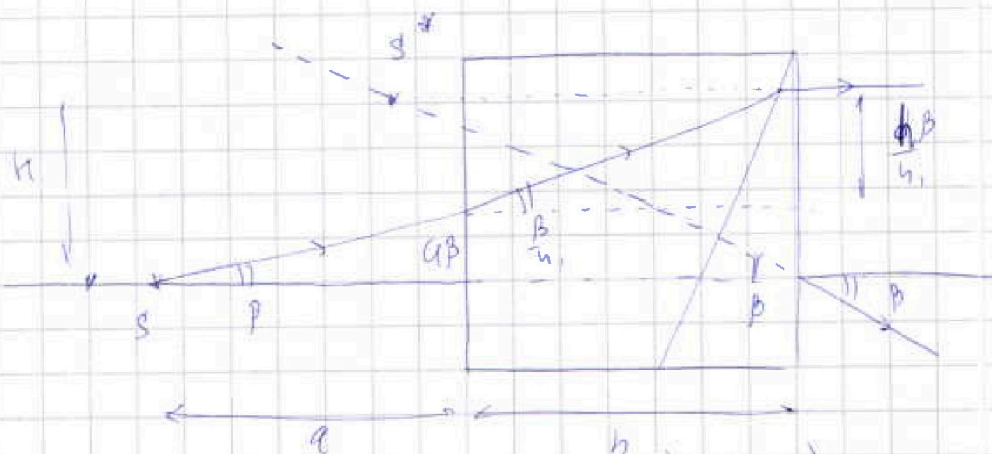


Угол падения на поперечную грань (вспомогательная)



Аналогично рассмотрим луч (2)

S' будет падать на 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



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



13)

$q_1 + q_2 = 0$   
 $q_2 = -q_1$   
 $q_1 + q_3 = 0$   
 $q_3 = -q_1$

$q_1 = \frac{C_1}{2C_1 + C_2} U$   
 $\frac{q_1}{2C_1} + \frac{q_1}{2C_2} + \frac{q_1}{C_2} = \frac{3q_1}{2C_1}$

$U = \frac{3q_1}{2C_1} d$

$U = \frac{E_{12} \cdot q}{C_2} \Rightarrow q_2 = \frac{E_{12} \cdot q}{C_2} = \frac{3q_1 \cdot q}{2C_1 C_2}$

$U = \frac{q_2}{C_2} d = \frac{3q_1}{2C_1} d$

$U = \frac{q_2 + q_3}{2C_2} = \frac{q_1}{2C_2} \cdot \frac{q_2 + q_3 - q_1}{2C_1}$

$3U = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2C_2}$

$2C_1 U = (q_2 + q_3 - q_1) d$   
 $6C_1 U = (q_1 - q_2 - q_3) d + (q_1 + q_2 + q_3) 2d$   
 $2C_1 U = (q_2 - q_1 - q_1 - q_2) d = -2q_1 d$   
 $6C_1 U = 3q_1 d + q_2 d - 3q_3 d$

$U = \frac{3q_1}{2C_1} d$

$U = \frac{q_2}{C_2} d = \frac{3q_1}{2C_1} d$   
 $q_2 = \frac{3q_1}{2} \cdot \frac{C_2}{C_1}$

$U = \frac{q_3}{C_2} d = \frac{3q_1}{2C_1} d$   
 $q_3 = \frac{3q_1}{2} \cdot \frac{C_2}{C_1}$

По закону сохранения заряда  $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

$q_1 > 0$   
 $q_2 > 0$   
 $q_3 > 0$   
 $q_3 = -q_1 - q_2$

$U = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2C_2}$

$U = \frac{q_2 + q_3 - q_1}{2C_2} \cdot d = \frac{(q_2 + q_3 - q_1) d}{2C_2}$

$3U = \frac{q_2 + q_3 - q_1}{2C_2} d + \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2C_2} \cdot 2d$

$U = \frac{C_2 U}{d}$

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!

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

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

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

$$q_3 = -\frac{3\epsilon_0 S U}{d} + \frac{6\epsilon_0 S U}{d} = \frac{3\epsilon_0 S U}{d} = 0$$

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

$$q = \frac{1 - 6\epsilon_0 S U}{d} \rightarrow q_1 = 2$$

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

$$a) \varphi_{em} = \frac{2\mu}{m} = \frac{4}{m\alpha}$$

$$U_1 - U_2 = \sum A$$

$$U_1 = \frac{m v_0^2}{2} + q(\phi_1 - \phi_2)$$

$$U_2 - U_1 = q(\phi_2 - \phi_1) = q(4\eta - 0) = -4\eta$$

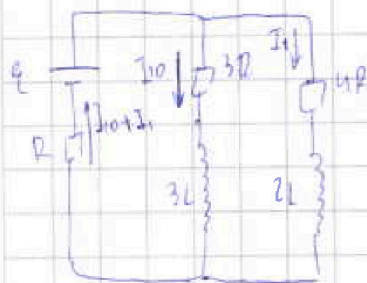
$$3) U_A - U_B = q(\phi_A - \phi_B)$$

$$U_A - U_B \rightarrow \Delta \phi = \dots$$

$$U_A = \frac{m v_0^2}{2} - q \frac{4\eta}{4} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{q\eta}{1} = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$U_B = \frac{4q}{4\epsilon_0}$$

14) Разомкнутый контур. У нас резистор



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

$$43L = 0$$

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

$$411 = 0$$

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

$$E = 4I_{11}R + I_{10}R + I_{11}R = 5I_{11}R + I_{10}R$$

$$E \rightarrow 5(I_1 - 4I_{10}) + I_{10}R = 5E - 19I_{10}R$$

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

$$I_{11} = \frac{E - \frac{16E}{19}}{R} = \frac{3E}{19R}$$

2) Контур разомкнут  $I_2 = 0$

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

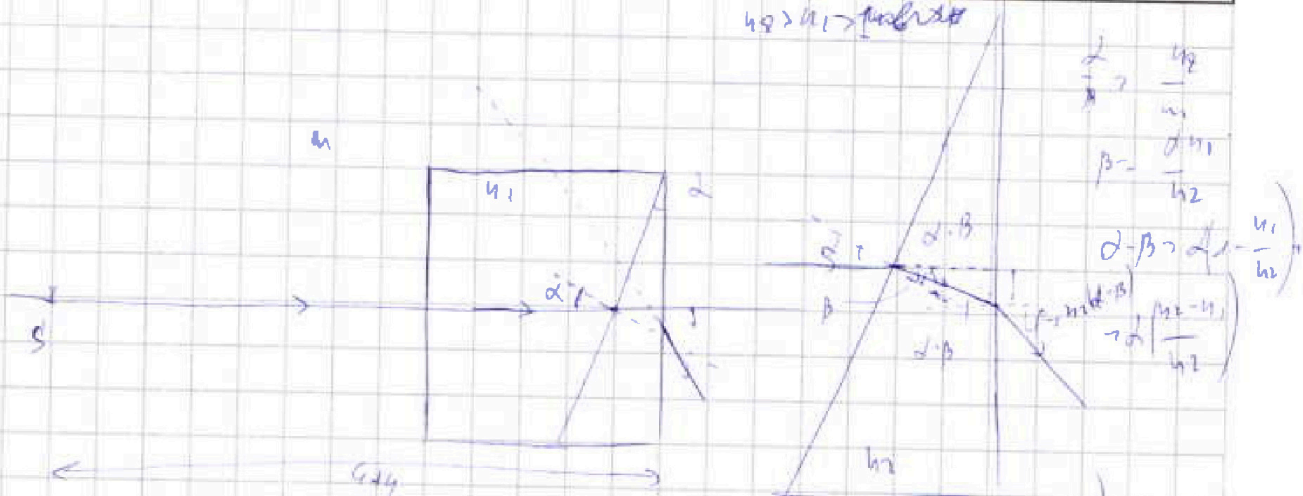
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$u_2 > u_1 > \dots$



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

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

$$\frac{\alpha - \beta}{k} = \frac{1}{h_2}$$

$$Q = \alpha(h_2 - h_1)$$

Принцип

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

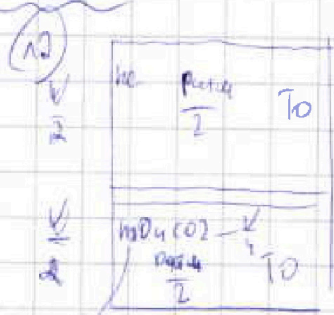
узел

$$F_y = \Delta U_{y \text{ уз}}$$

$$F_x = \Delta U_x$$

$$d = \frac{F_x}{u_2}$$

$$P \frac{u}{s} = J_{\text{не}} RT$$

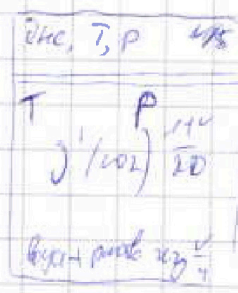


$$P_{\text{отра}} \frac{v}{2} = J_{\text{не}} RT_0$$

$$P_{\text{отра}} \frac{v}{2} = J_{\text{от}} RT_0$$

$$P_{\text{отра}} v = J_{\text{не}} RT_0$$

$$P_{\text{отра}} v = J_{\text{от}} RT_0$$



$$v = \frac{v}{2} \cdot \frac{v}{2}$$

$$2v = \frac{v^2}{2}$$

$$v = \frac{v^2}{4}$$

4 расстояние между узлами

$$2D = \frac{v}{2} \cdot \frac{v}{4} = \frac{v^2}{8}$$

$$\frac{v}{8} = \frac{J_{\text{не}}}{J_{\text{от}}}$$

Принцип

$$P \frac{u}{s} = J_{\text{от}} RT$$

$$J(P) = K \frac{v}{4} P = \frac{u v}{4} P$$

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

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

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

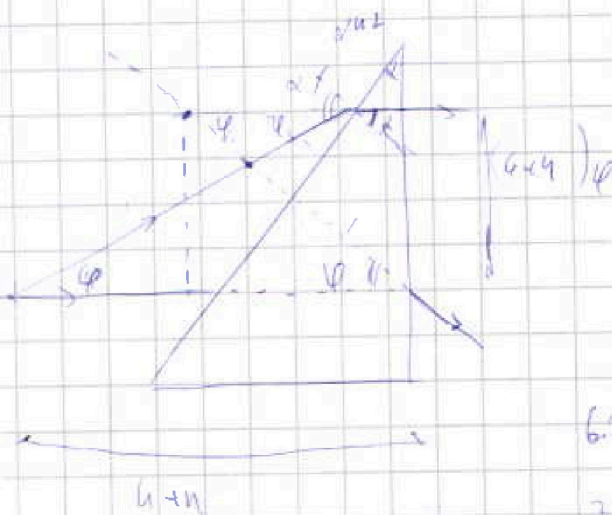
$$I_{10} \cdot 4R + 3L \frac{dI_{10}}{dt} = \mathcal{E} \quad | \cdot dt$$

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

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

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

(28)



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

$$6 \cdot 0,4 + 20 = 303(90+10)$$

$$240 + 200 = 303(90+10)$$

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

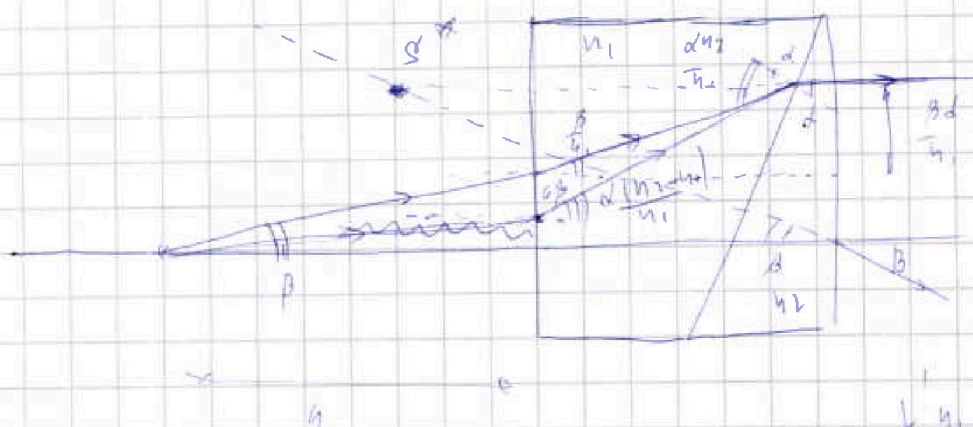
$$\frac{d}{h_1} = \frac{h_2}{h_1}$$

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

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

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

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



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

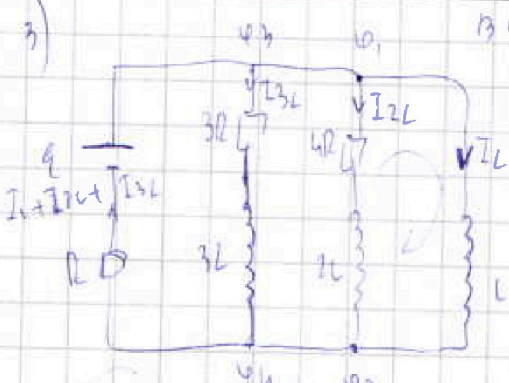
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

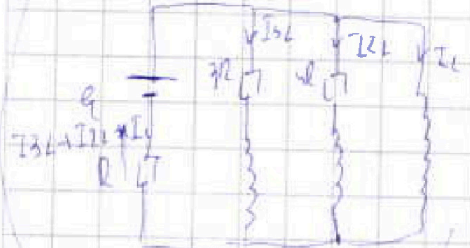


из уравнения энергии цепи

$$\frac{dI_2}{dt} = \frac{U_1 - U_2}{L}$$

$$U_1 - U_2 = 4I_2 R + 2L \frac{dI_2}{dt}$$

поиск ячеек учета энергии  $I_{3L}, I_{2L}, I_L$   
 $U_{3L} = 0, U_{2L} = 0, U_L = 0$



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

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

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

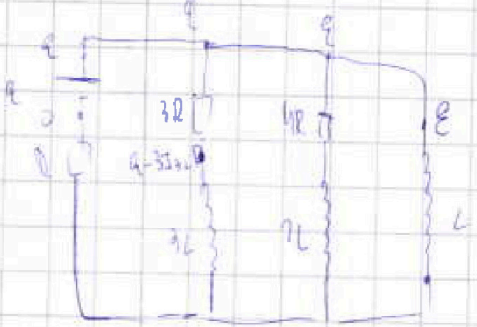
$$Q = 4I_{3L} R + R(I_L + I_{2L}) = 4I_{3L} R + E - I_{3L} R Q$$

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

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

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

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



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

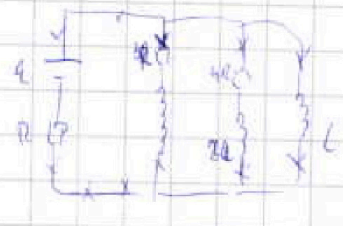
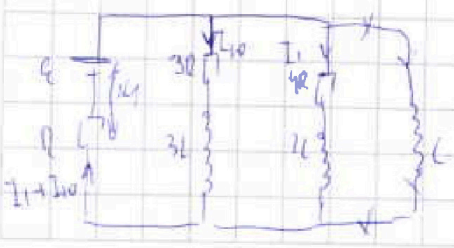
$$3I_{3L} R + 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{L dI_L}{dt} + I_L$$

$$3E R + 3L dI_{3L} = L dI_L$$

сначала через 3Ω резистор  
 потом по индуктору

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

$$W_2 = 0$$



$$Q = W_1 - W_2$$

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

