



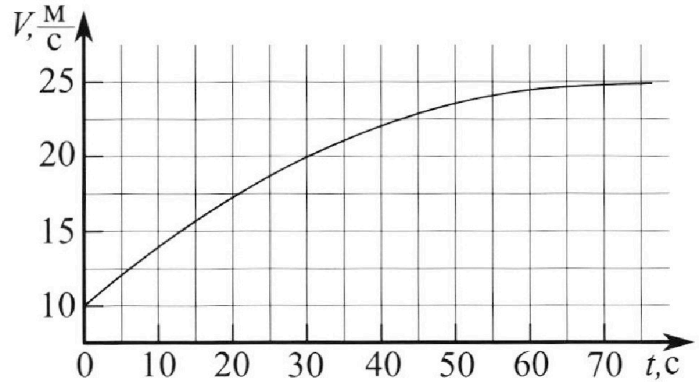
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



- Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $V_1 = 20$  м/с.
- Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
- Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $V_1$ ?

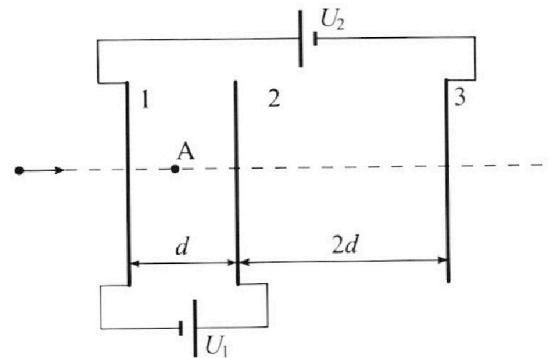
Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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  $\Delta\nu$  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  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

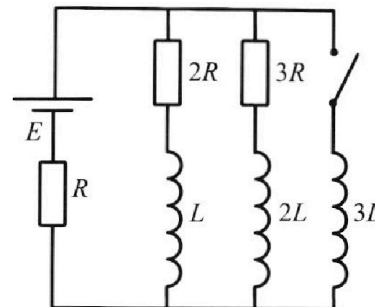


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . 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.

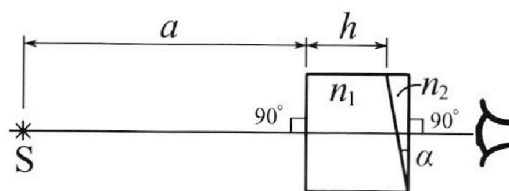


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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

МФТИ

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



Решение:

1). Ускорение тела численно равно тангенсу угла наклона касательной к графику функции его скорости от времени.

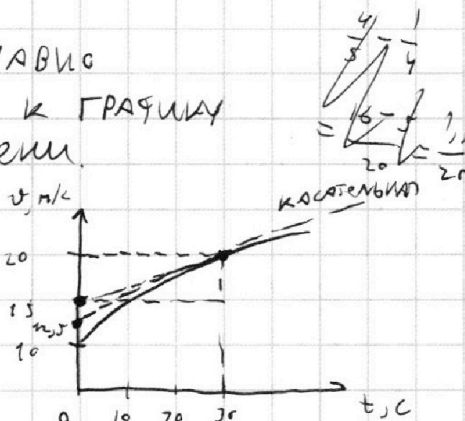
Проводим касательную через точку  $C$   $v = v_1 = 20$  м/с.

Она пересекает ось абсцисс при

$$v = \frac{12,5}{1} \text{ (м/с)}$$

Отсюда ускорение:

$$a = \frac{(20 - \frac{12,5}{1}) \text{ м/с}}{(30 - 0) \text{ с}} = \frac{7,5}{30} = \frac{15}{60} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ (м/с}^2\text{)} \approx 0,3 \text{ (м/с}^2\text{)}$$



2). Определим коэффициент сопротивления  $k$ . К концу разгона ускорение автомобиля  $\rightarrow 0$ . Из 2-го закона Ньютона  $k \cdot v_k = F_k$ ,  $v_k$  — конечн. ск-ть

$$\Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \text{ (м/с)}} = \frac{100}{5} = 20 \left( \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \right)$$

Из 2-го закона Ньютона (при  $v = v_1$ ):  $ma = F_1 - kv_1$

$$\Rightarrow F_1 = ma + kv_1 = 1800 \text{ (кг)} \cdot 0,3 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) - 20 \left( \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \right) \cdot 20 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = (540 - 400) \text{ Н} = 140 \text{ (Н)}$$

3). Передаваемая мощность  $P_1$  идёт на увеличение кинетич. энергии и на борьбу с силой сопротивления.

Ск-ть увеличения кинетич. энергии:  $\frac{dK}{dt} = \frac{m \cdot 2v \cdot dv}{2 \cdot dt} = mav$ .

Мощность силы сопротивления (модуль):

$$k \cdot v_1 \cdot v_1 = kv_1^2$$

$$\Rightarrow P_1 = v_1 (ma + kv_1) = 20 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \cdot (1800 \text{ (кг)} \cdot 0,3 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) + 20 \left( \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \right) \cdot 20 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)) = 20 \cdot 140 = 2800 \text{ (Вт)}$$

Ответ: 1)  $0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ; 2) 140 Н; 3) 2800 Вт.

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



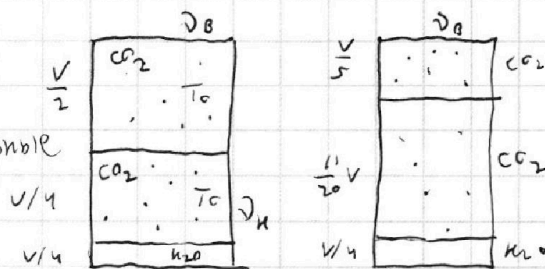
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Решение:

1). В начале процесса

сплош и сверху от поршня равны. Пусть  $\nu_H, \nu_B$  — начальные кол-ва  $\text{CO}_2$  снизу и сверху соотв.



Тогда из состояния УР-иЭ

сост. уг. газа:  $p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_B R T_0$  (1)

$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_H R T_0$  (2)

где  $p_0$  — давление до нагрева

БЫЛО 
$$z = \frac{\nu_B}{\nu_H}$$

СТАЛО

2). До нагрева в воде было растворено  $\Delta \nu_0 = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4}$  моль  $\text{CO}_2$ . Пусть после нагрева установилось ~~давление~~ давление  $p$ . Тогда уже растворено  $\Delta \nu = k \cdot p \cdot \frac{V}{4}$  моль (и паром)

УР-иЭ уг. газа:

(3)  $p \cdot \frac{V}{5} = \nu_B R T$  — сверху. Снизу объём, занятый  $\text{CO}_2$ ,

равен  $V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$ . Поэтому  $p \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_H - \Delta \nu - \Delta \nu_0) R T$

При температуре  $T$  парциальное давление вод. пара —  $p_{\text{атм}}$ .

Поэтому давление  $\text{CO}_2$ :  $p - p_{\text{атм}} \Rightarrow (p - p_{\text{атм}}) \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_H - \Delta \nu - \Delta \nu_0) R T$ .

$R T \Leftrightarrow (p - p_{\text{атм}}) \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_H - \frac{kV}{4} (p - p_0)) R T$  (4).

Из (3) и (1):  $\frac{p \cdot \frac{V}{5}}{p_0 \cdot \frac{V}{2}} = \frac{T}{T_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{2}{5} \cdot \frac{p}{p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow p = p_0 \cdot \frac{25}{8}$

Преобразуем (4):

$(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}}) \cdot \frac{11}{20} V = \nu_H R T - \frac{kV}{4} \cdot \frac{17}{8} p_0 R T$

$\Rightarrow (\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}}) \cdot \frac{11}{20} = \frac{5}{16} p_0 - \frac{17}{32} \cdot k \cdot p_0 R T \Rightarrow \frac{11}{20} (\frac{25}{8} \cdot \frac{p_0}{p_{\text{атм}}} - 1) =$

$= \frac{p_0}{16 p_{\text{атм}}} (5 - \frac{17}{2} \cdot k \cdot R T)$ ,  $k \cdot R T = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} (\frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}) \cdot 3 \cdot 10^3 (\frac{\text{Дж}}{\text{моль}}) = 1$ .

После преобразования имеем:

$$\frac{p_0}{p_{\text{атм}}} = \frac{44}{155}$$

Ответ: 1) 2; 2)  $\frac{44}{155} \cdot p_{\text{атм}}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Решение:

1). Пусть заряды сеток 1, 2, 3 —  $q_1, q_2, q_3$  соотв.

Из закона сохранения заряда:

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad (1)$$

Выберем ось  $x$  в направлении движения частицы и через проекции напряженностей полей каждой сетки выразим напряженность между ними.

(2):  $\frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot d = U_1$  Из (1):  $-q_3 = q_1 + q_2$ .

(3):  $\frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot 2d = U_2 - U_1$  Тогда:  $\frac{q_1 d}{\epsilon_0 S} = U_1$  (подставим в (2)  $(U_2 - 3U_1)$ ).

и  $\frac{q_1 + q_2 \cdot 2d}{\epsilon_0 S} = U_2 - U_1$  (подставим в 3).  $\Rightarrow q_1 = \frac{U_1 \cdot \epsilon_0 S}{d}$ ,  $q_2 = \frac{(\frac{U_2 - 3U_1}{2d}) \cdot \epsilon_0 S}{2d}$ .

Между сетками 1 и 2 поле:

$$E_0 = \frac{U_1}{2d} + \frac{3U_1 - U_2}{2d} = \frac{U_0}{d} \Rightarrow \text{скорость частицы}$$

$$a_{12} = \frac{E_0 \cdot q}{m} = \frac{qU_0}{md} - \text{ между сетками 1 и 2.}$$

2). ЗСЭ:  $K_1 + q \cdot \varphi_1 = K_2 + q \cdot \varphi_2$ ,  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  — потенциалы сеток 1 и 2.

$$\Rightarrow |K_1 - K_2| = q(\varphi_2 - \varphi_1) = qU_0$$

3). Вдали от сеток потенциал поля  $\varphi = 0$ .

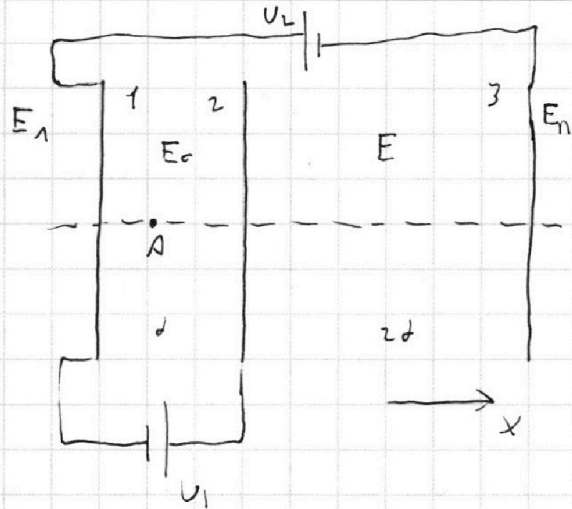
$\Rightarrow$  энергия частицы  $\frac{m v_0^2}{2}$ . Заметим, что слева от сетки 1 и справа от сетки 3 поле — 0:  $E_1 = E_n = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S} = 0$  ( $E_1, E_n$  — поля слева и справа от сеток)

Тогда  $\varphi_1 = 0$ ,  $\varphi_1 = \varphi_A$  — ск-ть у сетки 1.

$$\varphi_A - \varphi_1 = \varphi_A = E_0 \cdot \frac{d}{3} = \frac{U}{3} \Rightarrow \text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = q \cdot \frac{U}{3} + \frac{m v_A^2}{2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{v_A} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{3m}} - \text{ск-ть в точке A.}$$

$$\text{Ответ: 1). } \frac{qU}{md} \quad 2) qU \quad 3) \sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$$



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!

Решение:

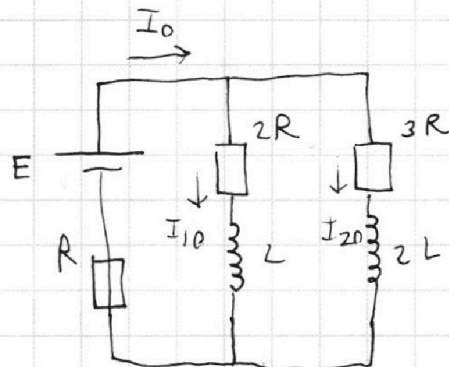
1). В установившемся режиме токи в цепи постоянны, поэтому катушки ЭДС самоиндукции не создают.  
 ⇒ катушки можно заменить проводниками без сопротивления.

$I_{10}, I_{20}$  — токи через резистор  $2R$  и  $3R$  соотв.;  $I_0$  — общий ток в цепи. (рис. 1)

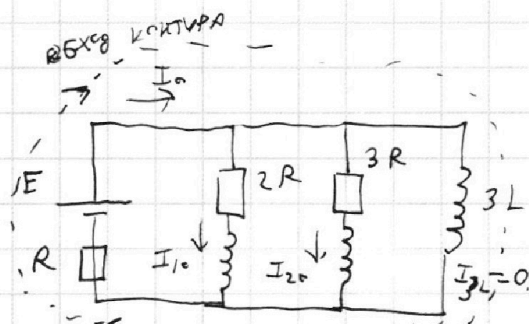
Из правил Кирхгофа:

$$\begin{cases} I_0 = I_{10} + I_{20} \\ E = I_0 R + I_{10} \cdot 2R \\ 0 = I_{10} \cdot 2R - I_{20} \cdot 3R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{20} = \frac{2}{3} I_{10} \\ I_0 = \frac{5}{3} I_{10} \\ E = \frac{5}{3} I_{10} R + 2 I_{10} R \end{cases}$$

$$\Rightarrow E = \frac{11}{3} I_{10} R \Rightarrow \boxed{I_{10} = \frac{3E}{11R}}$$



Было (рис. 1)



Стало (рис. 2)

2). Токи в катушках не могут изменяться мгновенно (иначе  $\mathcal{E}_s \rightarrow \infty$ ). Так что сразу после замыкания токи в цепи те же (рис. 2). Пусть  $i_{3L}(t)$  — ток в катушке  $3L$  в момент времени  $t$ ,  $\dot{i}_{3L}$  — ск-ть его изменения.

Запишем 2-ое пр. Кирхгофа для контура источник —  $3L$  —  $R$ :

$$E - 3L \cdot \dot{i}_{3L} = I_0 R \Rightarrow \boxed{\dot{i}_{3L} = \frac{E - I_0 R}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11} E}{3L} = \frac{2E}{11L}}$$

3) Запишем правила Кирхгофа

для контуров: источник —  $3L$ , источник —  $L$ .

~~$E - I R = 3L \cdot \dot{i}_{3L}$~~   $I$  — общий ток в произвольный момент времени

$$\Rightarrow \begin{cases} E - 3L \dot{i}_{3L} = I_0 R \\ E - L \dot{i}_1 = 2I_1 R + I_0 R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3L \dot{i}_{3L} - L \dot{i}_1 = 2I_1 R \\ E - L \dot{i}_1 = 2I_1 R + I_0 R \end{cases}$$

Сложим их  $\Delta t$ :  $L(3 \Delta i_{3L} - \Delta i_1) = 2R \cdot \Delta q_1$

Переходим к конечным приращением:  $L(3 \Delta i_{3L} - \Delta i_1) = 2R \cdot \Delta q_1$

$$\Delta i_{3L} = \frac{E}{R} - 0, \Delta i_1 = 0 - I_{10} = -\frac{3E}{11R} \Rightarrow \boxed{\Delta q_1 = \frac{18LE}{11R^2}}$$

Ответ: 1)  $I_{10} = \frac{3E}{11R}$  2)  $\dot{i}_{3L} = \frac{2E}{11L}$  3)  $\Delta q_1 = \frac{18LE}{11R^2}$

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!

Тогда схема система эквивалентна:

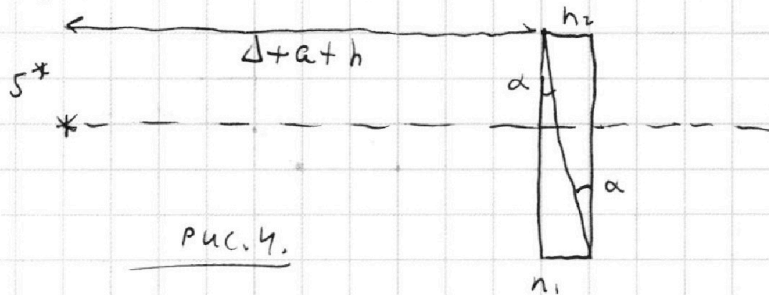
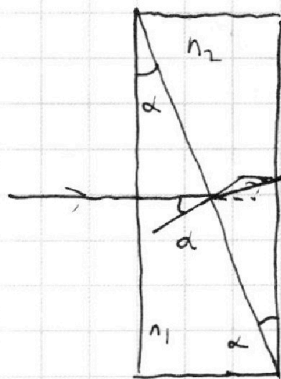


Рис. 4.

Если  $\beta_1$  и  $\beta_2$  — углы отклонения для каждого ~~каждого~~ то

найдем угол отклонения  $\gamma$  такой системы.



Луч преломится на границе призмы с показателями  $n_1$  и  $n_2$ . Угол падения —  $\alpha$ , а преломления —  $\frac{\alpha n_1}{n_2} < \alpha$ , т.к.  $(n_2 > n_1)$ .

Из геометрии можно ~~найти~~ <sup>определить</sup>, что угол падения на правую грань:  $\alpha(1 - \frac{n_1}{n_2})$ .  $\Rightarrow$  угол преломления,

Рис. 5 здесь равный углу отклонения  $\beta_2 =$   
 $= \alpha(1 - \frac{n_1}{n_2}) \cdot n_2 = \alpha(n_2 - n_1)$

$\Rightarrow$  изображение ~~системы~~ <sup>источника</sup> смещено только по вертикали на расстояние  $(\Delta + a + h)\beta_2 = \alpha(n_2 - n_1) \cdot (a + h)(n_2 - 1 + 1) =$

$= \alpha(n_2 - n_1) \cdot n_1(a + h) = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 1,5 \cdot 203 \text{ (см)}$   
 $= 0,609 \text{ (см)} \approx 0,6 \text{ (см)}$

Ответ: 1) 0,07 рад 2) 14,2 см

3) 0,6 см.

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

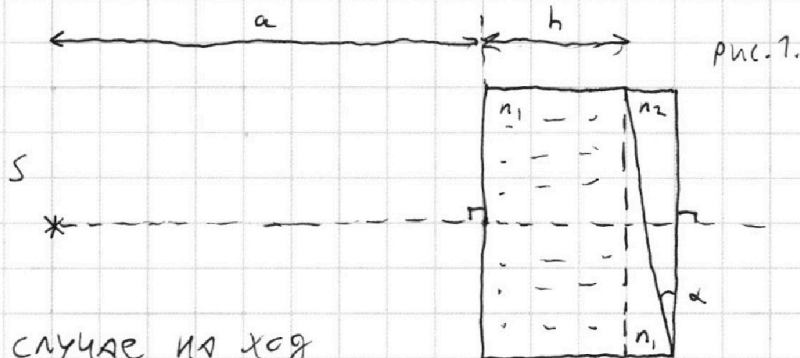
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

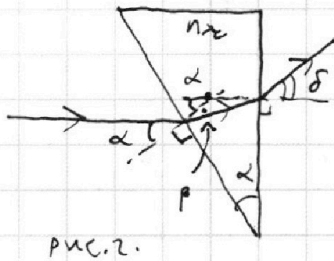
МФТИ

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

Решение:



1). В первом случае на ход лучей влияет только призма с показателем  $n_2$ , являющаяся тонким клином. Определим, как преломляются лучи клином.



Угол падения равен  $\alpha$  (это можно найти из геометрии). Т.к. угол  $\alpha \ll 1$ , то закон преломления такой:  $\alpha \approx n_2 \cdot \beta$ ,  $\beta$  - угол преломления. Из рис. 2: угол падения на правую грань  $\gamma = \alpha - \beta = \alpha(1 - \frac{1}{n_2})$ .

Угол отклонения  $\delta$  от прежнего направления здесь равен углу преломления, поэтому  $\delta = \alpha(n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$  (рад).

2). Тонкий клин создаёт мнимое изображение, смещённое от основания клина на  $S \cdot d$ , где  $d$  - расстояние от источника до клина. В данном случае  $d = a + h$ .

$$L = \alpha(n_2 - 1) \cdot (a + h) = 0,07 \cdot (194 + 9) = 0,07 \cdot 203 \text{ (см)} = 7 \cdot 2,03 \approx 14,2 \text{ (см)}$$

Вдоль ~~оптической оси~~ источника смещённый свет.

3). Можно заметить  $S$  источником  $S^*$ , таким что ~~слой призматической~~ толщиной  $h$  с показателем  $n_1$  на ход лучей ход лучей за ~~слоем~~ призмы  $n_1$  толщиной  $h$  был таким же, как для  $S$ .

(Рис. 3): пусть из  $S$  идёт параксиальный луч с углом  $\theta$ . Тогда продолжение преломлённого луча наклонён под углом  $\theta/n_1$ .

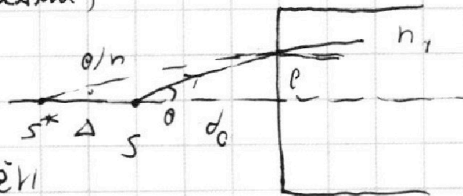


Рис. 3.

$\Rightarrow \Delta = (n_1 - 1) d_0$  - ~~расстояние~~ между  $S^*$  и  $S$ .  $d_0 = a + h$ .



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

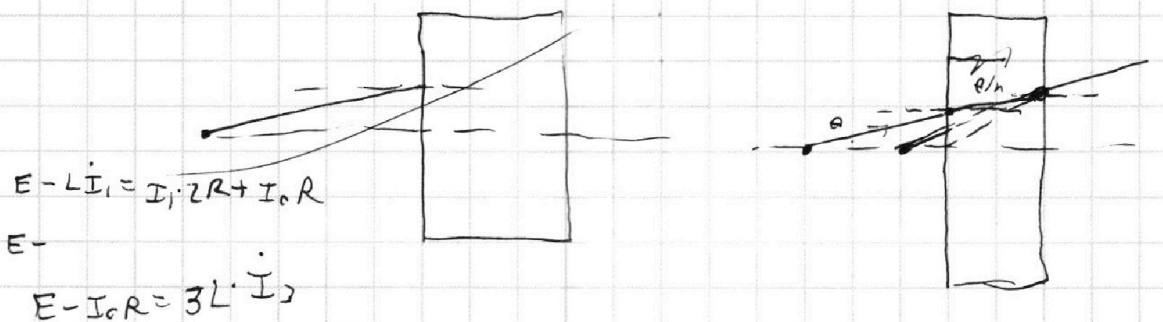
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

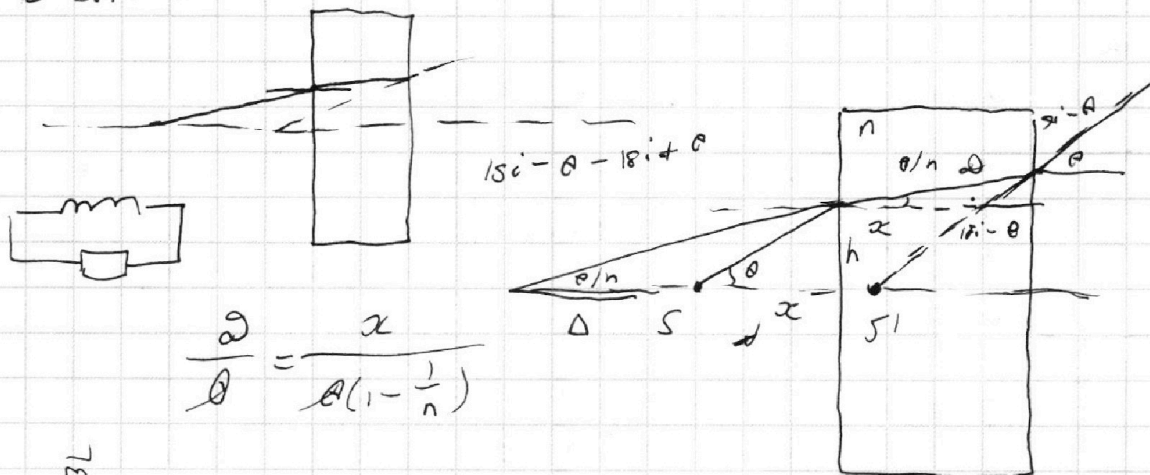
$x$   $0,03$   $\frac{1}{100}$



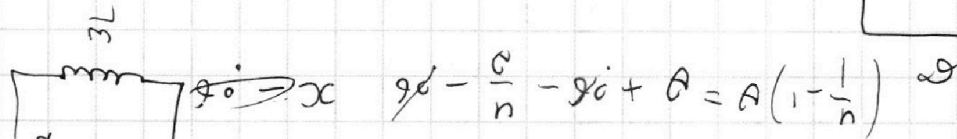
$$E - L \dot{I}_1 = I_1 \cdot 2R + I_2 R$$

$E -$

$$E - I_2 R = 3L \dot{I}_2$$



$$\frac{\vartheta}{\theta} = \frac{x}{\theta(1 - \frac{1}{n})}$$



$$\vartheta - \frac{\vartheta}{n} - \vartheta \theta + \theta = \theta(1 - \frac{1}{n}) \vartheta$$

$$x = \vartheta \cdot (\frac{n-1}{n})$$

$$\frac{h}{\theta} = \frac{\Delta}{\theta(1 - \frac{1}{n})}$$

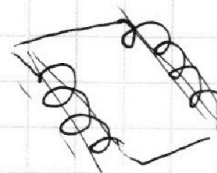
$$\frac{h}{\theta} = \frac{\Delta}{\theta} \Rightarrow \theta = \frac{h}{\Delta}$$

$$\frac{\theta}{n} = \frac{h}{\Delta + \Delta} \Rightarrow n = 1 + \frac{\Delta}{h}$$

$$\Delta = (n-1)h$$

$$E = -L \cdot \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$E = L \cdot \dot{I}_1$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

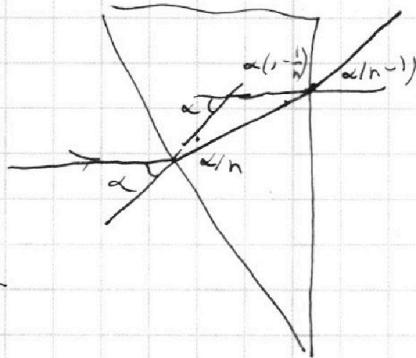
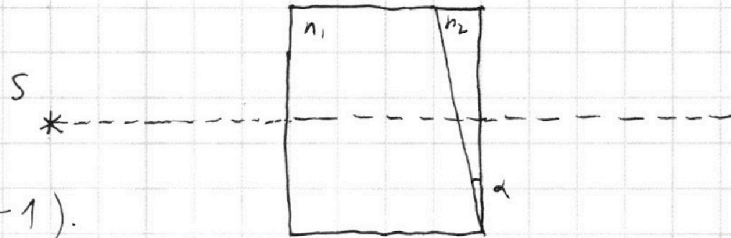


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



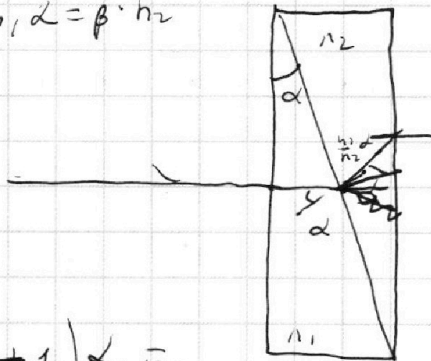
1).  $\delta = d(n_2 - 1)$ .

2).  $\delta \cdot (a + h)$



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

$$n_1 \alpha = \beta \cdot n_2$$



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

$$n_1 - n_2 (n_1 - n_2) d = \delta$$

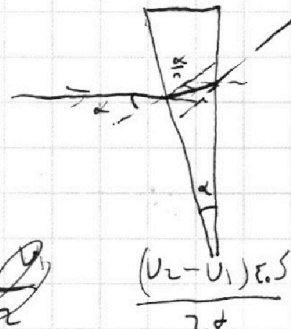
$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

$$\frac{q_1}{c \cdot s} = \frac{v_1}{d} \Rightarrow$$

$$q_3 = \frac{(v_1 - v_2) \cdot c \cdot s}{2d}$$

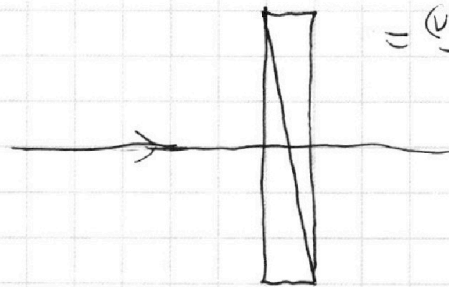
$$\frac{2q_2 d}{c \cdot s} = v_2 - 3v_1$$

$$\frac{2v_1 + v_2 - 3v_1}{2d} \cdot c \cdot s =$$



$$\frac{(v_2 - v_1) \cdot c \cdot s}{2d} + \frac{(v_2 - v_1) \cdot c \cdot s}{2d}$$

$$= \frac{(v_2 - v_1) \cdot c \cdot s}{d}$$



$$v_1 + v_2 - 2v_1 - v_1 + v_2 = 2v_2 - 2v_1$$

$$d \left( 1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

$$0,01 - 0,2 \cdot 1,5$$

$$= 0,001 - 3 = -2,999$$

$$0,001 - 2,999 = -2,998$$

$$= 0,609$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



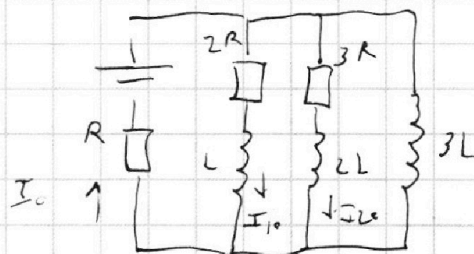
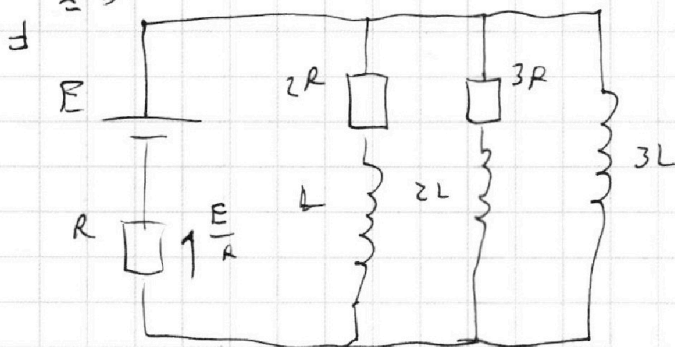
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$I_{L, \text{max}} = \frac{2}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}} = \sqrt{2} \cdot \frac{2}{2} = \sqrt{2}$$

$$Q = I^2 R t =$$

Будет



$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$$

$$E - L \cdot \dot{I}_1 = 2I_1 R + I_0 R$$

$$E - 2L \cdot \dot{I}_2 = 3I_2 R + I_0 R$$

В

$$\frac{L I_{10}^2}{2} + \frac{2L I_{20}^2}{2}$$

$$(1): I_{10} \cdot 2R = -L \dot{I}_{10} - 3L \dot{I}_{3L}$$

$$(2): E - 3L \cdot \dot{I}_{3L} = I_0 R$$

$$2I_{10} R = -L \dot{I}_{10} + I_0 R - E$$

с

$$\frac{5}{11} = x \cdot \frac{4}{31}$$

$$36 - 5 = 39$$

$$\frac{5}{55 + 17} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{5}{17} = \left( x \cdot \frac{2}{55} - 5 + \frac{2}{17} \cdot x \right) \cdot \frac{4}{17}$$

$$\Rightarrow \frac{8}{55} x - \frac{5}{11} = x \cdot \frac{2}{55} - 5 + \frac{2}{17} x$$

$$\left( x \cdot \frac{2}{25} - 5 + 1 \right) \cdot \frac{4}{11} = \frac{8}{25} x - \frac{5}{11} \left( 5 - \frac{2}{17} x \right)$$

$$\left( x \cdot \frac{2}{17} - 5 \right) \cdot \frac{4}{17} = \left( 1 - x \cdot \frac{8}{25} \right) \cdot \frac{20}{11}$$

$$\left( p - p_{\text{отн}} \right) \cdot \frac{20}{11} V = \sqrt{p R T} - \frac{4}{17} \cdot (p - p_0) R T$$

$$= \frac{\left( \frac{8}{25} p_0 - p_{\text{отн}} \right) \cdot \frac{4}{11} \cdot \sqrt{p R T} \cdot 8}{25 p_0}$$

$$\frac{22}{17} + \frac{55}{17} = \frac{77}{17}$$

$$\frac{3}{1} \cdot \frac{10}{3} \cdot \frac{3 \cdot 10}{3} = \alpha = 1$$

$$\frac{180}{540} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{180}{540} = \frac{1}{3}$$

2

$$R = \frac{25 \cdot 8}{17}$$

$$\frac{8}{25 \cdot 8} = \frac{8}{17}$$

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!

1).

$$E - L \cdot \dot{I}_1 = I_1 \cdot 2R + I_0 R \quad 3L \dot{I}_3$$

$$\left\{ \begin{aligned} E - 2L \dot{I}_2 &= I_2 \cdot 3R + I_0 R \Rightarrow \\ 3L \dot{I}_3 - 2L \dot{I}_2 &= 3I_2 R. \end{aligned} \right.$$

$$E - 3L \cdot \dot{I}_3 = I_0 R$$

$$\cancel{3} \cdot L \cdot \Delta I_3 - 2L \cdot \Delta I_2 = 3R \cdot \Delta I_2$$

$$L \cdot \left( \frac{3E}{R} + \frac{3E}{11R} \right) = \frac{L \cdot 36E}{11R} = 2R \cdot \Delta I_2 \Rightarrow \Delta I_2 = \frac{18LE}{11R^2}$$

$$\frac{C \cdot \Delta U}{\Delta Q} = C \cdot A = K_{\text{л}}$$

$$I_0 = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \quad \frac{6}{33} = \frac{2}{11}$$

$$P_{\text{кРТ}} = \frac{5}{4} P_{\text{кРТ}_0} = \frac{5}{4} \cdot \frac{P_0}{4} = \frac{5}{16} P_0$$

$$P_0 \cdot \frac{55}{32} - \frac{11}{20} \cdot P_{\text{кРТ}} = \frac{5}{16} P_0 - \frac{17}{32} P_0$$

$$P_0 \cdot \frac{55}{32} - \frac{11}{20} \cdot P_{\text{кРТ}} = -\frac{7}{32} P_0$$

$$\frac{55}{32} P_0 = \frac{11}{20} \cdot P_{\text{кРТ}} \quad P_0 \cdot \frac{31}{16} = \frac{11}{20} P_{\text{кРТ}}$$

$$P_0 \cdot \frac{31}{16} = \frac{44}{5} P_{\text{кРТ}}$$