



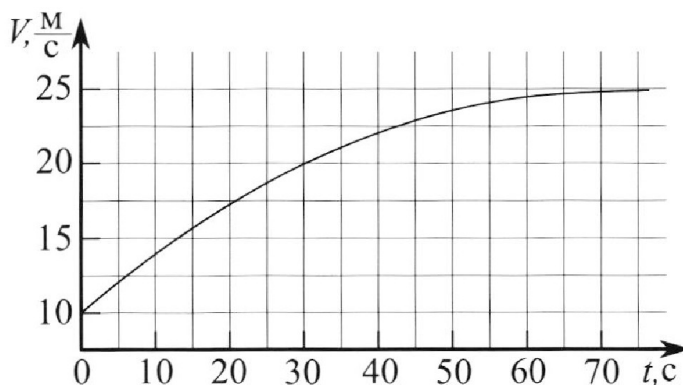
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

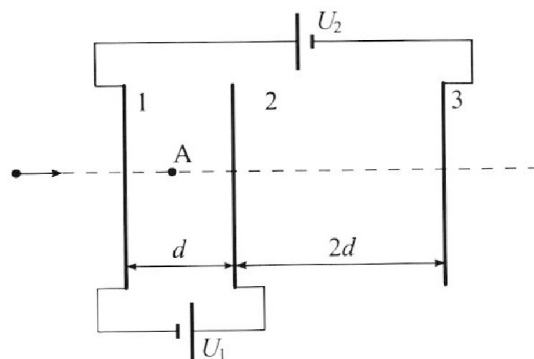
Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 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 A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

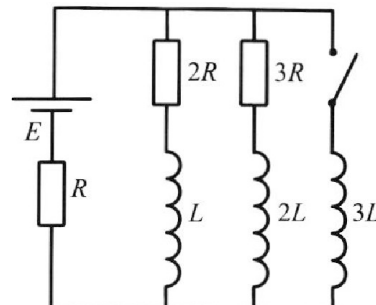
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 $n_v = 1,0$. 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.

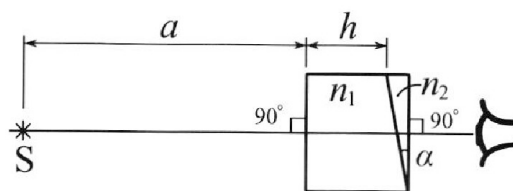


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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

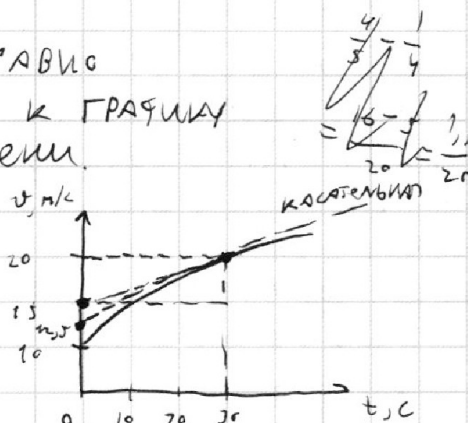
Проводим касательную через точку с $v = v_1 = 20$ м/с.

Она пересекает ось абсцисс при

$$v = \frac{15}{2} \text{ (м/с.)}$$

Отсюда ускорение:

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



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):

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

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

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



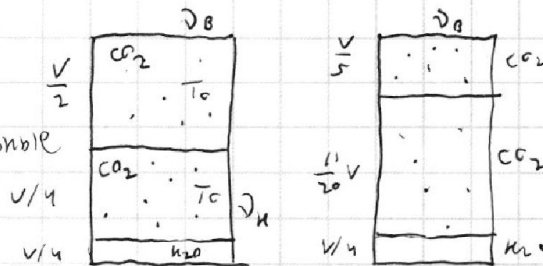
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

снизу и сверху от поршня
равны. Пусть ν_H, ν_B — начальные
кол-ва CO_2 снизу и
сверху соотв.



Тогда из закона Ур-иэ

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

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

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 CO_2 . Пусть после нагрева установилось ~~давление~~ давление p . Тогда уже растворено $\Delta \nu = k \cdot p \cdot \frac{V}{4}$ моль.

Ур-иэ и др. газа:

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

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

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

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

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

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

Преобразуем (4):

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

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

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

После преобразования:

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

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

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!

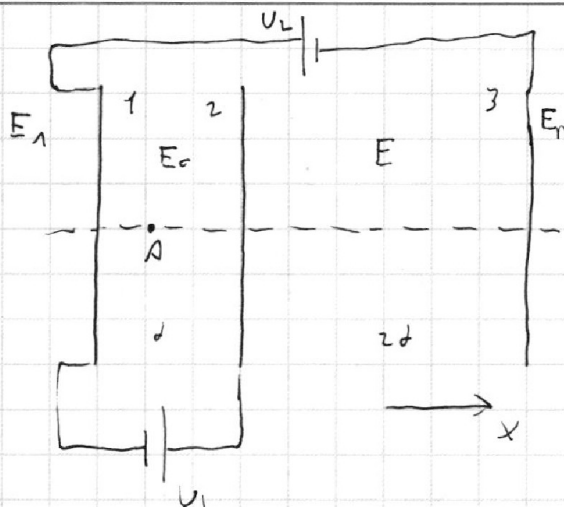
Решение:

1). 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
частицы и через проекции
напряженностей полей каждой
сетки выразим напряженность
между ними.



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

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

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

$$q_3 = \frac{(U_1 - U_2) \cdot \epsilon_0 S}{2d}$$

Между сетками 1 и 2 поле:

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

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

$$2). \text{ЗСЭ: } K_1 + q \cdot \varphi_1 = K_2 + q \cdot \varphi_2, \quad \varphi_1 \text{ и } \varphi_2 - \text{потенциалы сеток 1 и 2.}$$

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

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

$$\Rightarrow \text{энергия частицы } \frac{mv_0^2}{2}. \text{ Заметим, что слева от сетки 1 и справа от сетки 3 поле } = 0: E_1 = -\frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S} = 0$$

$$E_n = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S} = 0 \quad (E_1, E_n - \text{поля слева и справа от сеток})$$

Тогда $\varphi_1 = 0, \quad \varphi_2 = \varphi_0$ — ск-ть у сетки 1.

$$\varphi_A - \varphi_1 = \varphi_A = E_0 \cdot \frac{d}{3} = \frac{U}{3}, \quad \Rightarrow \text{ЗСЭ: } \frac{mv_0^2}{2} = q \cdot \frac{U}{3} + \frac{mv_A^2}{2}$$

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

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

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:

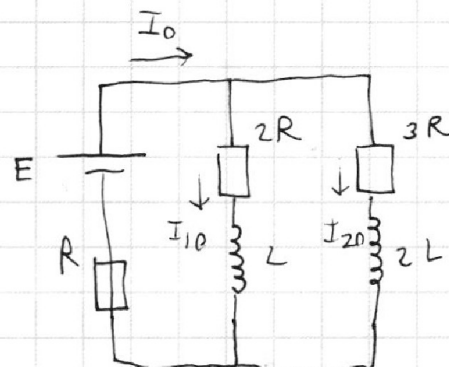
1). В установившемся режиме токи в цепи постоянны, поэтому катушки ЭДС самоиндукции не создают.
⇒ катушки можно заменить проводниками без сопротивления.

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

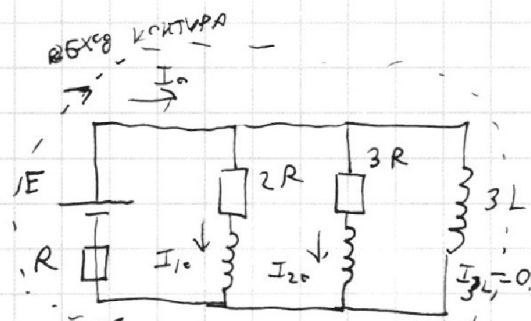
Из правил Кирхгофа:

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

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



Было (Рис. 1)



Стало (Рис. 2)

2). Токи в катушках не могут изменяться мгновенно (иначе $E_{\text{с}} \rightarrow \infty$). 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 правило Кирхгофа

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

~~I — общий ток в произвольный момент времени~~

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

$$\text{Умножим на } dt: L(3 \Delta i_{3L} - \Delta i_1) = 2R \cdot \Delta q_1$$

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

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

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:

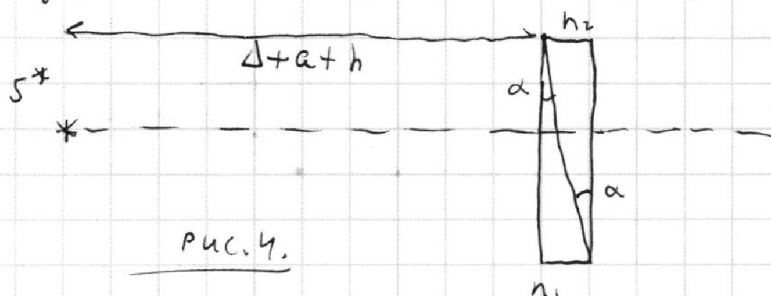
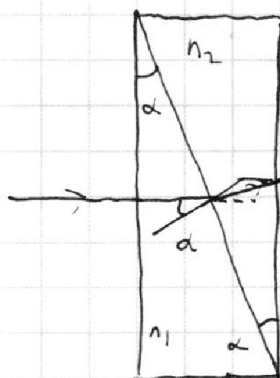


Рис. 4.

Если δ_1 и δ_2 — углы отклонения для каждого ~~луча~~ то

Найдём угол отклонения γ такой системы.



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

Из геометрии можно ~~найти~~ ^{определить}, что угол падения на правую грань:

$$\angle(1 - \frac{n_1}{n_2}) \Rightarrow \text{угол преломления,}$$

Рис. 5 здесь равный угол отклонения $\delta_2 =$

$$= \angle(1 - \frac{n_1}{n_2}) \cdot n_2 = \angle(n_2 - n_1).$$

$\Rightarrow$ изображение ~~системы~~ ^{источника} смещено только по вертикали на расстояние $(\Delta + a + h)\delta_2 = \angle(n_2 - n_1) \cdot (a + h)(n_2 - 1) =$

$$= \angle_2 = \angle(n_2 - n_1) \cdot n_1 \cdot (a + h) = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 1,5 \cdot 203 \text{ (см)}$$

$$= 0,609 \text{ (см)} \approx 0,6 \text{ (см)}$$

Ответ: 1) 0,07 рад 2) 14,2 см

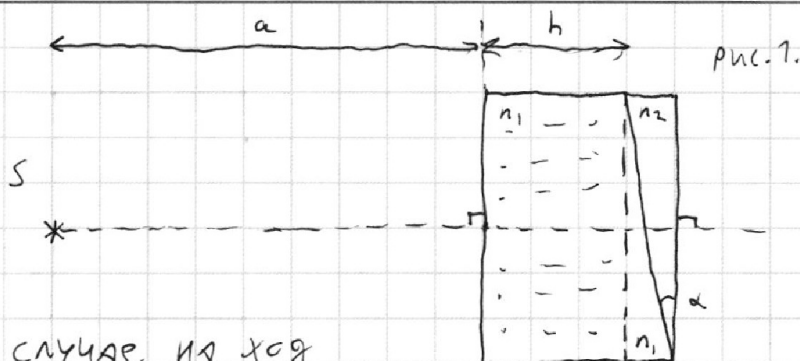
3) 0,6 см.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

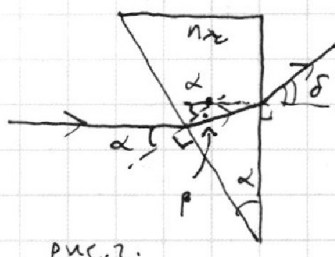
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Решение:



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



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

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

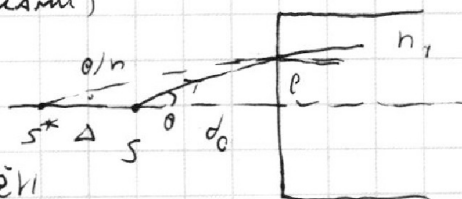
2). Тонкий клин создаёт мнимое изображение, смещённое от основания клина на $S \cdot d$, где d — расстояние от источника до клина. В данном случае $d = a + h \Rightarrow$

$$L = \alpha(n_2 - 1) \cdot (a + h) = 0,07 \cdot (194 + 9) = 0,07 \cdot 203 \text{ (см)} = 7 \cdot 2,03 \approx 14,21 \text{ (см)}$$

Вдоль ~~горизонтали~~ источник оптической оси смещён на L .

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 . (он помечен на рис. 1. точками)

(Рис. 3): пусть из S идёт параксиальный луч с углом θ . Тогда продолжение преломлённого луча наклонён под углом $\theta/n_1 \Rightarrow n_1 = 1 + \frac{\Delta}{d_0}$



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

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

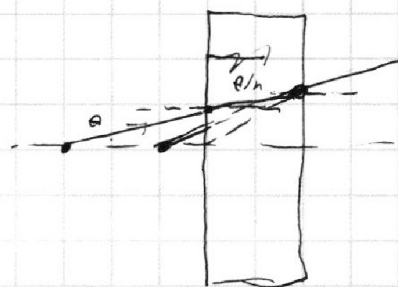
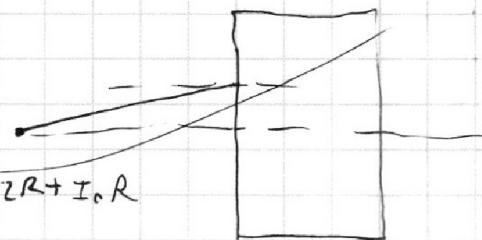
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

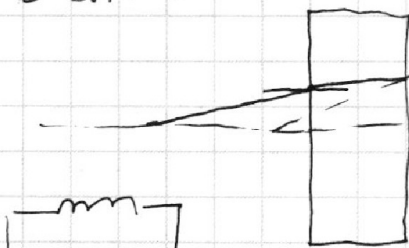
0,03
x



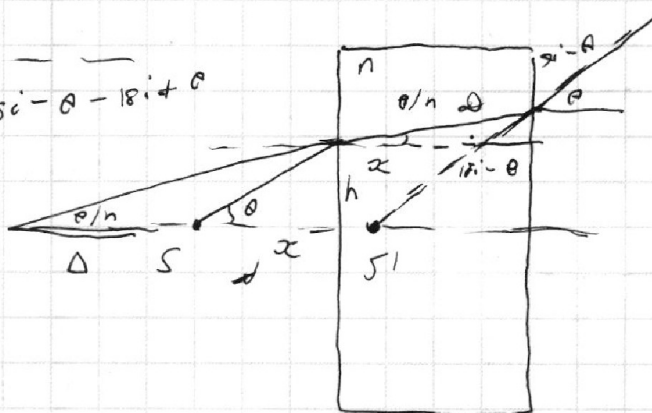
$$E - L \dot{I}_1 = I_1 \cdot 2R + I_0 R$$

E -

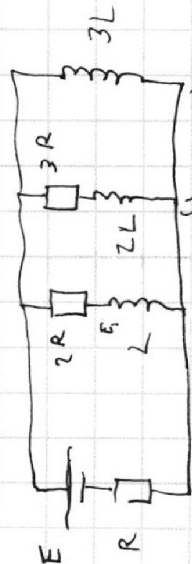
$$E - I_0 R = 3L \cdot \dot{I}_2$$



$$180^\circ - \theta - 180^\circ + \theta$$



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



$$\theta \Rightarrow x \quad \theta \Rightarrow \frac{\omega}{n} - \theta \Rightarrow \theta = A(1 - \frac{1}{n}) \omega$$

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

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

$$\frac{\frac{h}{\theta}}{\frac{\omega}{n}} = \theta = \frac{b}{d}$$

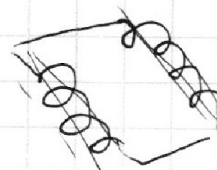
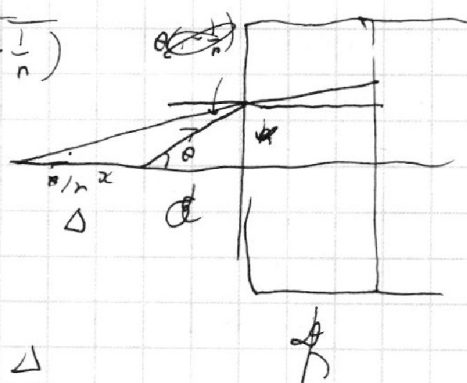
$$\frac{\omega}{n} = \frac{C}{d + \Delta}$$

$$n = 1 + \frac{\Delta}{d}$$

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

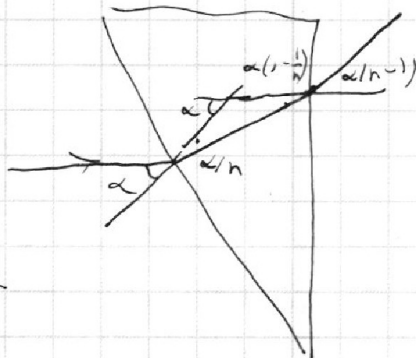
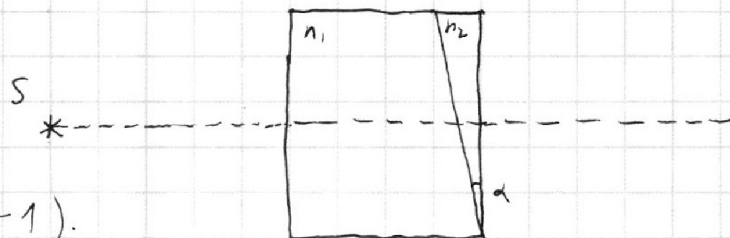
МФТИ

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



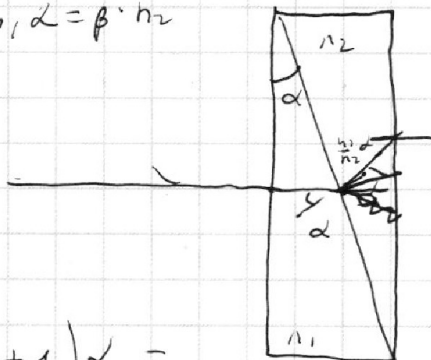
1). $\delta = \alpha(n_2 - 1).$

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



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

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



$$n_2 \left(\frac{n_1}{n_2} + 1 \right) \alpha = \delta.$$

$$n_1 n_2 (n_1 - n_2) \alpha = \delta.$$

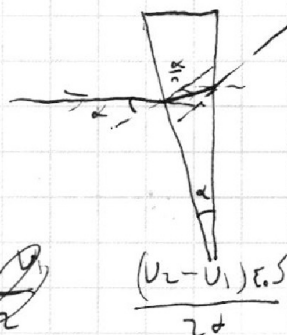
$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

$$\frac{q_1}{c \cdot s} = \frac{V_1}{\delta} \Rightarrow$$

$$q_3 \cdot \frac{(V_1 - V_2) \cdot c \cdot s}{2 \delta}$$

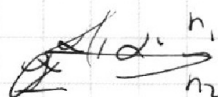
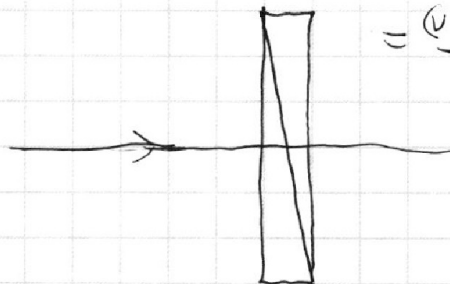
$$\frac{2 q_2 \delta}{c \cdot s} = V_2 - 3 V_1$$

$$\frac{2 V_1 + V_2 - 3 V_1}{2 \delta} \cdot c \cdot s$$



$$\frac{(V_2 - V_1) \cdot c \cdot s}{2 \delta} + \frac{(V_2 - V_1) \cdot c \cdot s}{2 \delta}$$

$$= \frac{(V_2 - V_1) \cdot c \cdot s}{\delta}$$



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

$$V_1 + V_2 - 2V_1 - V_1 + V_2 = 2V_2 - 2V_1$$

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

$$= 0,001 \cdot 3 = 0,003$$

$$0,003 \cdot 203 = 609 \cdot 0,001$$

$$= 0,609$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

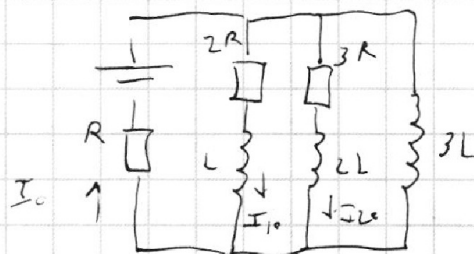
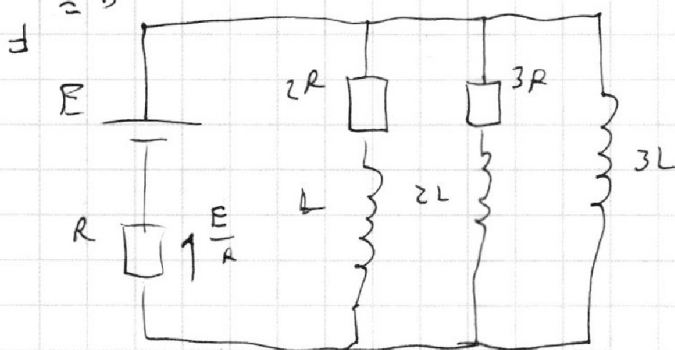
МФТИ

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

$$P_{\text{max}} = \frac{2}{1.2 \cdot 10^3} = 1.67$$

Будет

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



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

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

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

$$\frac{L I_1^2}{2} + \frac{2L I_2^2}{2}$$

$$(1): I_1 \cdot 2R = -L \dot{I}_1 - 3L \dot{I}_3$$

$$(2): E - 3L \cdot \dot{I}_3 = I_1 R$$

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

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

$$3E = 5 - 3E$$

$$5 = \frac{2}{55 + 17.5}$$

$$\frac{5}{11} = \left(x \cdot \frac{2}{17} + 5 - \frac{2}{55} \right) \cdot \frac{4}{19}$$

$$\left(x \cdot \frac{2}{17} - 5 \right) \cdot \frac{4}{19} = \frac{8}{55} x - \frac{5}{11} = x \cdot \frac{8}{55} - \frac{5}{11}$$

$$\left(x \cdot \frac{2}{17} - 5 \right) \cdot \frac{4}{19} = \frac{8}{55} x - \frac{5}{11} \Rightarrow \frac{8}{55} x - \frac{5}{11} = \frac{8}{55} x - \frac{5}{11}$$

$$\left(x \cdot \frac{2}{17} - 5 \right) \cdot \frac{4}{19} = \frac{8}{55} x - \frac{5}{11} \Rightarrow \frac{8}{55} x - \frac{5}{11} = \frac{8}{55} x - \frac{5}{11}$$

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

$$\left(\frac{8}{25} p_0 - p_0 \right) \cdot \frac{4}{11} \cdot \frac{1}{\sqrt{p_0 R T} \cdot 8} =$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

1).

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

$$\begin{cases} E - 2L \dot{I}_2 = I_2 \cdot 3R + I_0 R \\ E - 3L \dot{I}_3 = I_0 R \end{cases} \Rightarrow 3L \dot{I}_3 - 2L \dot{I}_2 = 3I_2 R$$

$$3L \Delta I_3 - 2L \Delta I_2 = 3R \Delta I_2$$

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

$$\frac{C \cdot B_T}{OM} = C \cdot A = K_1$$

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

$$v_{HRT} = \frac{5}{4} v_{HRT_0} = \frac{5}{4} \cdot \frac{p_0 v}{4} = \frac{5}{16} p_0 v$$

$$p_0 \cdot \frac{55}{32} - \frac{11}{20} \cdot p_{atm} = \frac{5}{16} p_0 - \frac{17}{32} p_0$$

$$p_0 \cdot \frac{55}{32} - \frac{11}{20} \cdot p_{atm} = -\frac{7}{32} p_0$$

$$p_0 \cdot \frac{52}{32} = \frac{11}{20} \cdot p_{atm} \quad p_0 \cdot \frac{31}{16} = \frac{11}{20} p_{atm}$$

$$p_0 \cdot \frac{31}{16} = \frac{11}{20} p_{atm}$$