



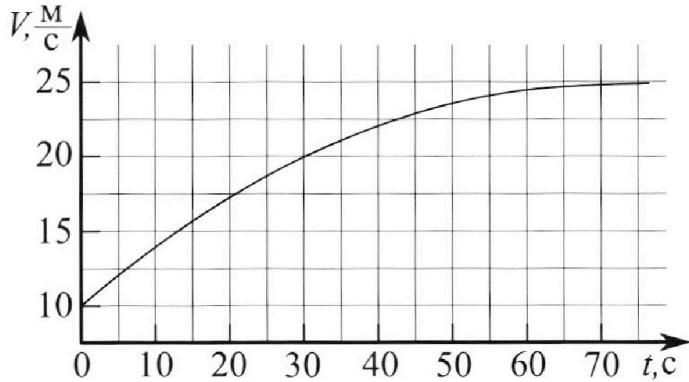
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



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

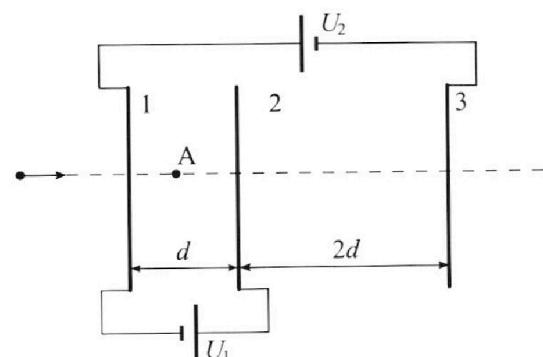
Требуемая точность числе нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp w$. 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.

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



- 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 А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

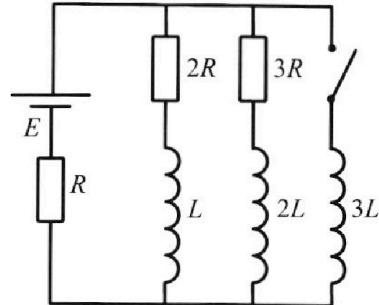


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

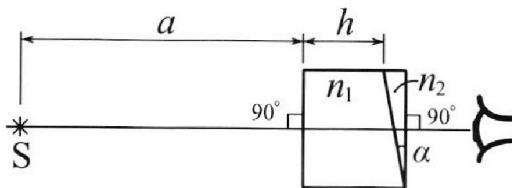
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} 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 $n_b = 1,0$. 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.



- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

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

Решение:

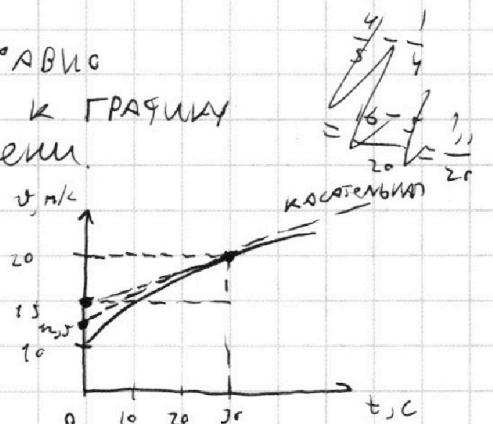
1). Ускорение тела численно равно
тангенсу угла наклона касательной к графику
функции его скорости от времени.

Проводим касательную через
точку с $v = v_1 = 20 \text{ м/с}$.

Она пересекает ось ординат при
 $v = \frac{12,5}{12,5} \text{ м/с.}$

Линия ускорения:

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



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

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

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 идет на увеличение кинетич.
энергии и на борьбу с силой сопротивления.

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

мощность силы сопротивления (модуль):

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

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

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

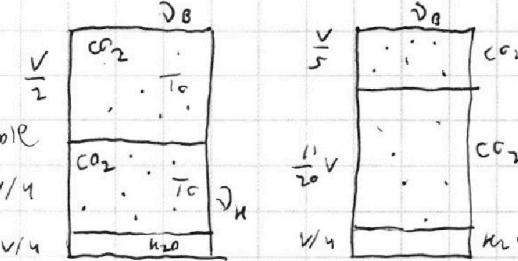
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

Решение:

1). Вначале давление снизу и сверху от первоначального равноб. пусть \bar{v}_n, \bar{v}_B — начальное кол-во CO_2 снизу и сверху соответс.



Тогда из первого уравнения

$$\text{сост. нр. газа: } p_0 \cdot \frac{V}{2} = \bar{v}_B R T_c \quad (1)$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \bar{v}_n R T_c \quad (2)$$

где p_0 — давление до нагрева

$$\frac{V}{2} = \frac{\bar{v}_B}{\bar{v}_n} \quad \text{стад.}$$

2). До нагрева в воде было растворено $\Delta \bar{v}_c = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4}$ моль CO_2 . Пусть после нагрева установились ~~равновесие~~ давление p . Тогда уже растворено $\Delta \bar{v} = k p \cdot \frac{V}{4}$ моль. Уравнение газа:

$$(3) \quad p \cdot \frac{V}{5} = \bar{v}_B R T - \text{сверху. Снизу объем, занятый } \text{CO}_2,$$

решен $V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$. Поэтому $p \cdot \frac{11}{20} V = (\bar{v}_n - (\Delta \bar{v}) - \Delta \bar{v}_c) R T$

При температуре T первоначальное давление ^{возд.} нр. p_0 — $p_{\text{атм}}$.

При этом давление CO_2 : $p - p_{\text{атм}} \Leftrightarrow (p - p_{\text{атм}}) \cdot \frac{11}{20} V = (\bar{v}_n - (\Delta \bar{v}) - \Delta \bar{v}_c) R T$.

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

Преобразуем (4):

$$\left(\frac{25}{8} \cdot p_0 - p_{\text{атм}} \right) \cdot \frac{11}{20} V = \bar{v}_n R T - \underbrace{k V \cdot \frac{17}{8} \cdot p_0 R T}_{\frac{5}{16} p_0 V}$$

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

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

Также нр. давления иниц.:

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

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

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

1). Пусть звягы сеток
1, 2, 3 — q_1, q_2, q_3 соответственно.

Из закона сохранения заряда:

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

Выберем ось x в направлении
частичек и через пересечения
направлений полей каждой
сетки определим направления
межсетковых.

$$(2): \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\varepsilon_0 s} \cdot d = U_1 \quad \text{из (1): } -q_3 = q_1 + q_2.$$

$$(3): \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\varepsilon_0 s} \cdot 2d = U_2 - U_1 \quad \text{Тогда: } \frac{q_1 d}{\varepsilon_0 s} = U, \quad (представим в (2) \cdot (U_2 - U_1)).$$

$$\text{и } \frac{q_1 + q_2 \cdot 2d}{\varepsilon_0 s} = U_2 - U_1 \quad (\text{нагляднее в 3}). \Rightarrow q_1 = \frac{U_1 \cdot \varepsilon_0 s}{d}, \quad q_2 = \frac{(U_2 - U_1) \cdot \varepsilon_0 s}{2d}.$$

Между сетками 1 и 2 поле:

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

$$[a_{12}] = \frac{E_0 \cdot q}{m} = \boxed{\frac{qU}{md}} - \text{межсетки 1 и 2.}$$

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

$$\Rightarrow [K_1 - K_2] = q(\varphi_2 - \varphi_1) = \boxed{qU}$$

3). Вспомогательные сетки потенциал поля $\varphi = 0$.

\Rightarrow энергия частиц $\frac{mv_0^2}{2}$. Заметим, что слева от сетки 1 и справа от сетки 3 поле — 0: $E_1 = 0 - \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\varepsilon_0 s} = 0$

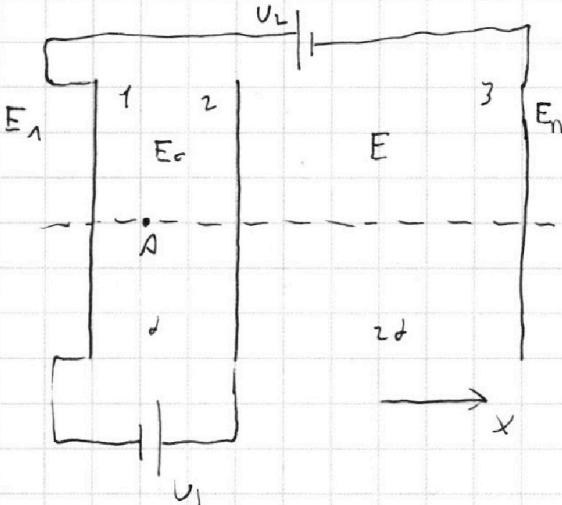
$$E_n = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\varepsilon_0 s} = 0 \quad (E_1, E_n — поля слева и справа от сеток)$$

Тогда $\varphi_1 = 0 \quad v_1 = v_0 - \text{скорость в сетке 1.}$

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

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

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





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

Решение:

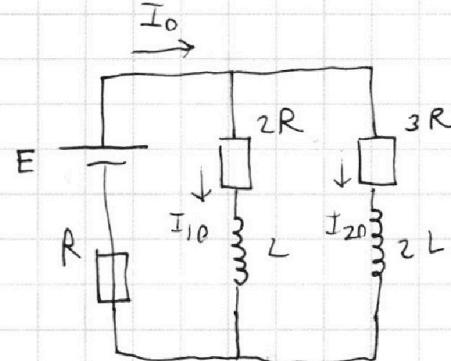
1). В установившемся режиме токи в цепи постоянны, поэтому катушки ЭДС самоиндукции не создают.
 \Rightarrow катушки можно заменить проводниками без сопротивления.

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

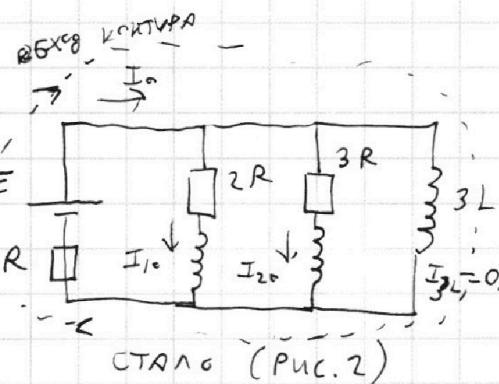
Из правила Кирхгофа:

$$\begin{cases} I_o = I_{10} + I_{20}, \\ E = I_o R + I_{10} 2R \Leftrightarrow I_o = \frac{2}{3} I_{10}, \\ 0 = I_{10} 2R - I_{20} 3R \end{cases} \quad \begin{aligned} I_{20} &= \frac{2}{3} I_{10}, \\ E &= \frac{5}{3} I_{10} R + 2I_{10} R \\ \Rightarrow E &= \frac{11}{3} I_{10} R \end{aligned}$$

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



Было (Рис. 1)



Стало (Рис. 2)

2). Токи в катушках не могут изменяться мгновенно (иначе $E_s \rightarrow \infty$). Так что сразу после замыкания токи в цепи те же (рис. 2). Пусть $I_3(t)$ — ток в катушке $3L$ в момент времени t , \dot{I}_{3L} — ск-тв его изменения.

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

$$E - 3L \cdot \dot{I}_{3L} = I_o R \Rightarrow \boxed{\dot{I}_{3L} = \frac{E - I_o R}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11} E}{3L} = \frac{6}{11L}}$$

3) Запишем правило Кирхгофа

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

~~— общий ток в производственный момент времени~~

$$\Rightarrow E - I_o R = 3L \cdot \dot{I}_{3L} \quad \left\{ \begin{array}{l} E - 3L \dot{I}_{3L} = I_o R \\ E - L \dot{I}_1 = 2I_o R + I_o R \end{array} \right. \Rightarrow 3L \dot{I}_{3L} - L \dot{I}_1 = 2I_o R.$$

$$\underline{E} \quad \underline{E - L \dot{I}_1 = 2I_o R + I_o R}$$

$$\text{Домножим на } dt: L(3 \dot{I}_{3L} - \dot{I}_1) = 2R \cdot dI_1$$

Переходим к конечным приращениям: $L(3 \Delta I_{3L} - \Delta I_1) = 2R \cdot \Delta I_1$.

$$\Delta I_{3L} = \frac{E}{R} - 0, \quad \Delta I_1 = 0 - I_{10} = -\frac{3E}{11R} \Rightarrow \boxed{\Delta I_1 = \frac{18LE}{11R^2}}$$

$$\underline{\text{Ответ:}} \quad 1) I_{10} = \frac{3E}{11R} \quad 2) \dot{I}_{3L} = \frac{6}{11L} \quad 3) \Delta I_1 = \frac{18LE}{11R^2}.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Torga схема система эквивалентна:

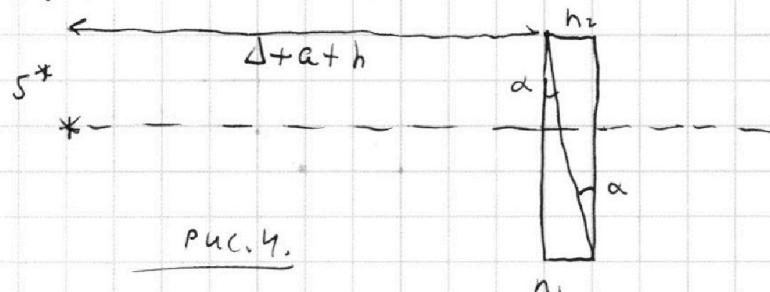
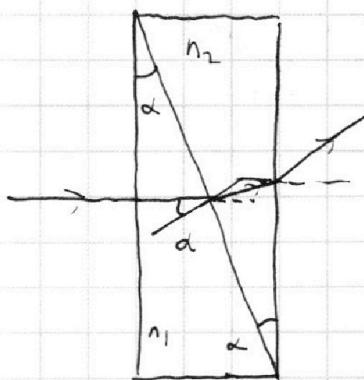


Рис. 4.

Если δ_1 и δ_2 — углы отклонения для каждого
канала, то

Найдём угол отклонения χ такой системы.



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

Из геометрии можно показать, что
угол падения α правильный: $\alpha(1 - \frac{n_1}{n_2})$. \Rightarrow угол отклонения
спределил

$$\text{здесь равный угол отклонения } \delta_2 = \alpha(1 - \frac{n_1}{n_2}) \cdot n_2 = \boxed{\alpha(n_2 - n_1)}.$$

\Rightarrow изображение источника смешено только по вертикали
на расстояние $(\Delta + a + h)\delta_2 = \alpha(n_2 - n_1) \cdot (a + h) / (n_2 - 1 + 1) =$

$$= \boxed{L_2 = \alpha(n_2 - n_1) \cdot n_1 \cdot (a + h)} = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 1,5 \cdot 203 \text{ (cm)} \\ = 0,609 \text{ (cm)} \approx 0,61 \text{ (cm.)}$$

ОТВЕТ: 1) 0,07 rad 2) 14,2 cm

3) 0,6 cm.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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

S

*



рис. 1.

1). В первом случае из ход

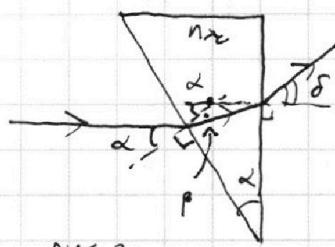
лучей видят только призма с показателем n_2 , являющаяся тонким клином. Определим, как преломляются лучи клиномУгол падения равен α (это можно найти из геометрии)

рис. 2.

т.к. угол $\alpha < c_1$, то лучи преломлены так: $\alpha \approx n_2 \cdot \beta$, β -угол преломления. Из рис. 2: угол падения из правого угла $\gamma = \alpha - \beta = \alpha / (1 - \frac{1}{n_2})$.Угол отклонения δ от первоначального направления здесь равен углу преломления, поэтому $\delta = \alpha(n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$ (рад.)2). Тонкий клин создает мнимое изображение, смешенное от основания клина на $S \cdot d$, где d — расстояние от источника до клина. В данном случае $d = a + h \Rightarrow$

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

Вдоль ~~излучающей~~ оптической оси глаза смешение нет.3). Можно заметить S источником S^* , таким что ~~свет~~ проходит тонкий клин h с показателем n_1 из ход лучей из S^* за счет призмы n_1 . Тонкий клин h был таким же, как для S . (он помечен на рис. 1 точками)(рис. 3): пусть из S

идет параллельный луч

с углом θ . Тогда продолжение S^* до S на d_0

имеет преломленного луча наклонен

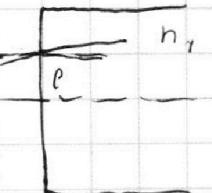
под углом θ/n_1 . $\Rightarrow n_1 = 1 + \frac{\Delta}{d_0}$ 

рис. 3.

расст.

 $\Rightarrow \Delta = (n_1 - 1) d_0$ — ~~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:

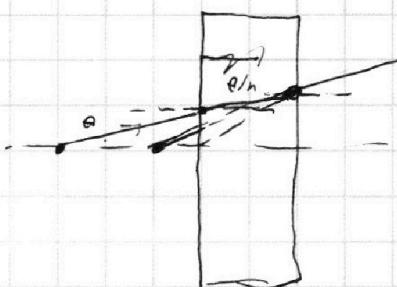
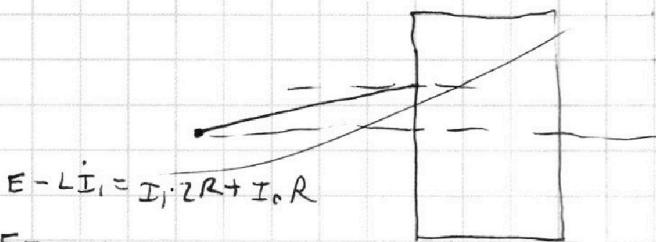
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

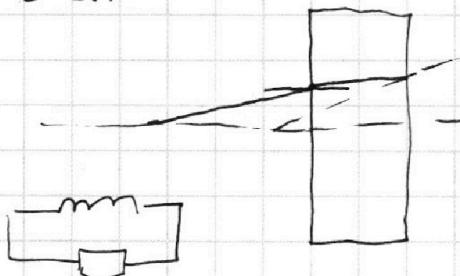
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

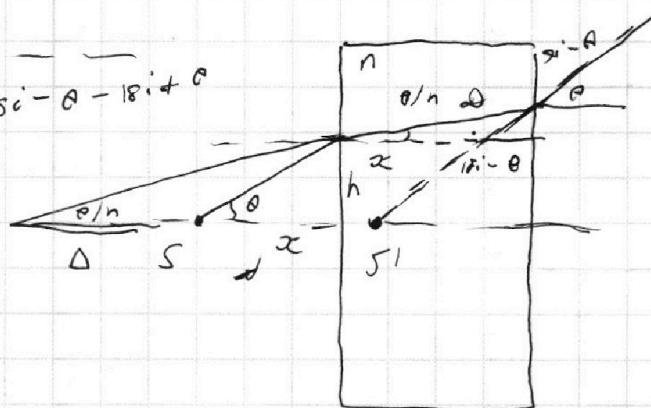


$$E - I_0 R = 3L \cdot \dot{I}_2$$

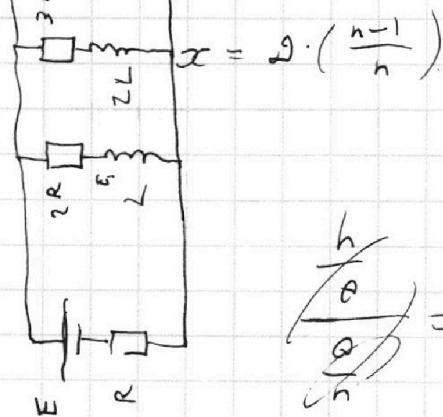


$$18i - \theta = 18i + \theta$$

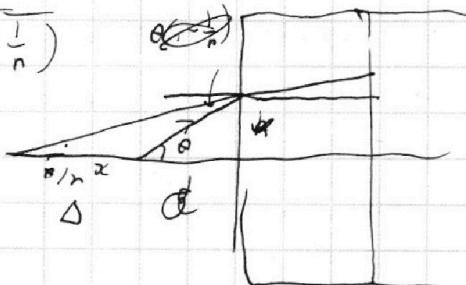
$$\frac{\omega}{\theta} = \frac{x}{\theta(1 - \frac{1}{n})}$$



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



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



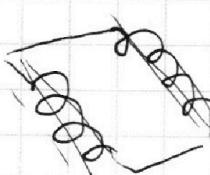
$$\frac{h}{\theta} = \frac{b}{d}$$

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

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

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

$$E = L \cdot$$



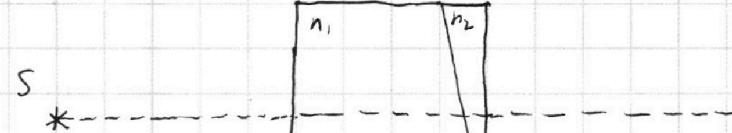
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

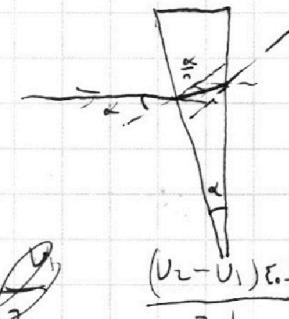
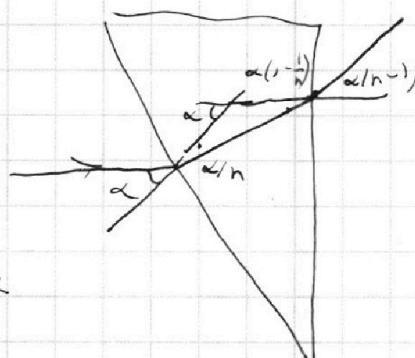
МФТИ

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



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

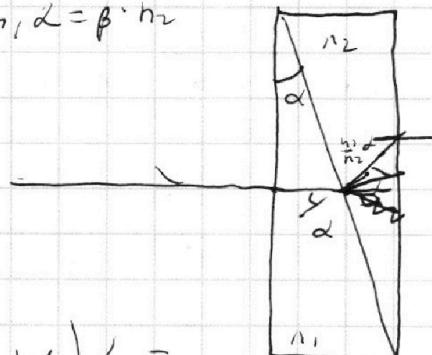
$$2) \quad \delta \cdot (a + h)$$



$$\frac{(U_2 - U_1) c.s.}{2d} + \frac{(U_2 - U_1) c.s.}{2d}$$

$$= \frac{(U_2 - U_1) c.s.}{d}$$

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



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

$$\cancel{n_1 n_2} (n_1 - n_2) \alpha = \delta.$$

$$\cancel{\alpha} \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right) = \delta. \quad U_1 + U_2 - U_1 - U_1 + U_2 \\ = U_2 - 2U_1$$

$$0,001 \cdot 2 = 0,003$$

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

$$= 0,609$$

$$\frac{q_1}{c.s.} = \frac{U_1}{d} = \gamma$$

$$q_3 = \frac{(U_1 - U_2) c.s.}{2d}$$

$$\frac{2q_2 d}{c.s.} = U_2 - 3U_1$$

$$\frac{2U_1 + U_2 - 3U_1}{2d} \cdot c.s.$$

$$q_1 + q_2 + q_1 + q_2$$

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

$$0,001 \cdot 2 = 0,003$$

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

$$= 0,609$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



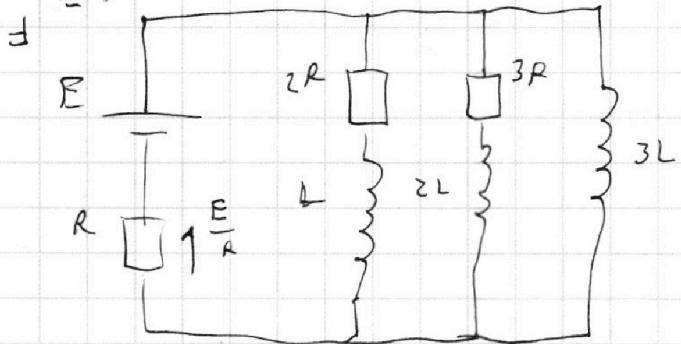
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

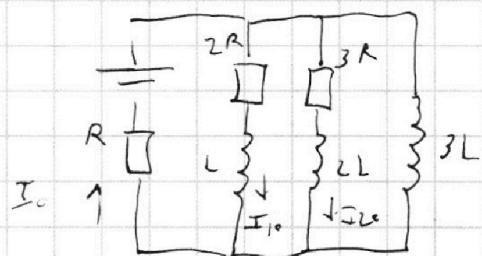
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$U_{\text{наг}} = \frac{E}{R + 2L} = \frac{E}{R + 2 \cdot \frac{L}{2}} = \frac{E}{R + L}$$

Будет



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



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

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

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

1)

$$\frac{L I_{10}^2}{2} + \frac{2L \cdot I_{20}^2}{2} \quad (1): \quad I_{10} \cdot 2R = -L \dot{I}_{10} - 3L \dot{I}_{3L}$$

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

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

2)

$$\frac{2L}{2L + 2L} +$$

$$bE = s - 2E$$

$$\frac{s}{b} = x \cdot \frac{h}{18}$$

$$1 = \alpha = 10 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 3 = 3 \cdot 10^3$$

$$s - \frac{2}{2+2} \cdot x = (x \cdot \frac{2}{2+2} - 2) \cdot x = \frac{s}{11} - x \cdot \frac{8}{11} \Leftarrow$$

$$\frac{2}{2+2} \cdot x = 10 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 3 = 3 \cdot 10^3$$

$$(x \cdot \frac{2}{2+2} - 2) \cdot \frac{h}{11} = (1 - x \cdot \frac{8}{11}) \cdot \frac{h}{11} \quad (x \cdot \frac{2}{2+2} - 2) \cdot \frac{h}{11} = \frac{s}{11}$$

$$(x \cdot \frac{2}{2+2} - 2) \cdot \frac{h}{11} = (1 - x \cdot \frac{8}{11}) \cdot \frac{h}{11}$$

$$\frac{x \cdot 9 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^3} = x$$

$$od. \frac{8}{2+2}$$

$$\frac{h}{11} od. \frac{8}{2+2}$$

$$(od - 1) \cdot \frac{h}{11} - \frac{h}{11} = 1 \cdot \frac{h}{11} \cdot (od - 1) \quad \text{错}$$

$$\frac{8}{2+2} = \frac{8}{8-8}$$

$$= \frac{od \cdot 8}{8 \cdot 10^3 \cdot 8} \cdot \frac{h}{11} \cdot (od - \frac{8}{2+2})$$

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!

1).

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

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

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

~~$$3 \cdot L \cdot \Delta I_3 - 2L \cdot \Delta I_2 = 3R \cdot \Delta q_2$$~~

↓

$$L \cdot \left(\frac{3E}{R} + \frac{3E}{11R} \right) = \frac{L \cdot 36E}{11R} = 2R \cdot \Delta q_2 \Rightarrow \Delta q_2 = \frac{18LE}{11R^2}$$

$$\frac{c \cdot \beta T}{\Omega M} = c \cdot A = K_A$$

$$I_c = \frac{5}{3} \cdot \frac{\beta}{11} \cdot \frac{E}{R} = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \quad \frac{6}{33} = \frac{2}{11}$$

$$P_0 \cdot \frac{25}{32} \cdot \frac{11}{11} \cdot \frac{5}{5} \cdot P_{\text{ном}} = \frac{5}{16} P_0 \quad V_{kRT} = \frac{5}{4} V_{kRT_0} = \frac{5}{4} \cdot \frac{P_0 V}{16} = \frac{5}{16} P_0 V.$$

$$P_0 \cdot \frac{55}{52} - \frac{11}{22} \cdot P_{\text{ном}} = \frac{2}{32} \cdot P_0$$

$$P_0 \cdot \frac{52}{52} = \frac{11}{22} \cdot P_{\text{ном}} \quad P_0 = \frac{31}{18} = \frac{11}{22} P_{\text{ном}}$$

$$P_0 \cdot \frac{31}{32} = \frac{44}{5}$$