



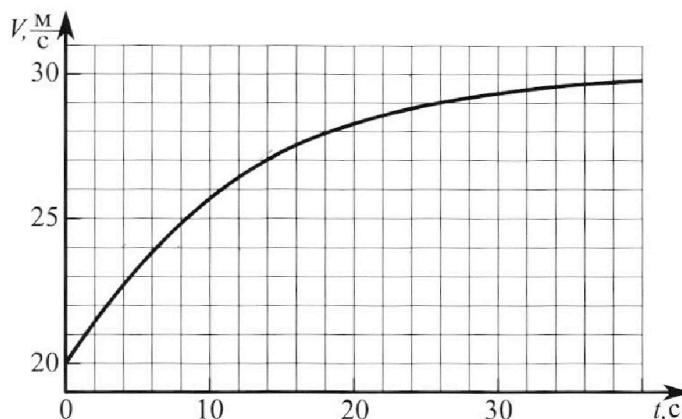
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 405$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

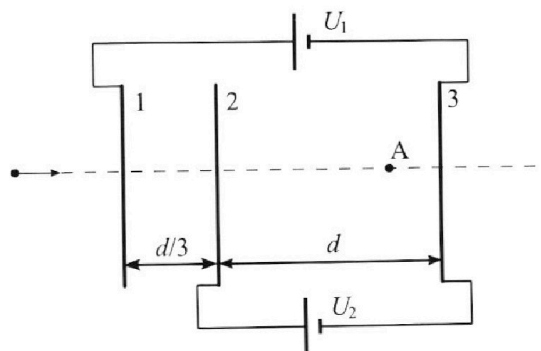
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделен тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объем $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворенного газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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 объема 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 конечное давление в сосуде P . 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. 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 2 и 3.

2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-02

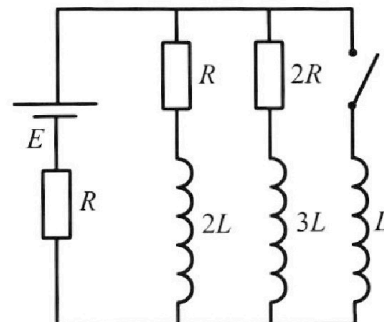
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L 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 $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ 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.

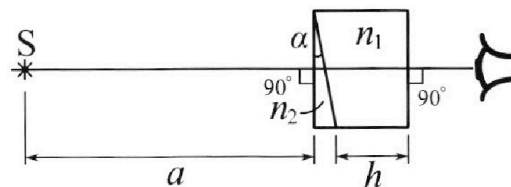


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, 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!



1) $a = \frac{dv}{dt}$ - по определению $\Rightarrow$ чтобы найти ускорение равно ускорения в какой-то момент времени нужно найти значение производной функции $v(t)$ в этот момент при $v_1 = 27 \text{ м/с}$ $t_1 = 14 \text{ с}$ $\Rightarrow a = v'(14) = \text{tg } \alpha$, где α угол наклона касательной к графику $v(t)$

По графику примерно определим, что касательная в этот момент проходит через точки $(4; 24)$ и $(24; 30)$

$$\Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{30-24}{24-4} = \frac{6}{20} = 0,3 \Rightarrow a(v_1) = 0,3 \text{ м/с}^2$$

2) В конце разгона $dv \approx 0 \Rightarrow \Delta E_k = 0 \Rightarrow A_{F_T} + A_{F_c} = 0$, где A_{F_T} и A_{F_c} работы сил тяги и сопротивления по перемещению ds ~~на~~ $\Rightarrow$ Движение завершается, когда $v_k = 30 \text{ м/с}$ найдем, что $F_T \cdot ds - F_c \cdot ds = 0 \mid : dt$

$$F_T \frac{ds}{dt} - F_c \frac{ds}{dt} = 0$$

$$\frac{F_T v_k}{N_{F_T}} = F_c v_k, \text{ т.к. } N_{F_T} = \text{const в любой момент} \Rightarrow$$

$$N_{F_T} = F_c v_k, \text{ сила сопротивления в конце равна } F_c \Rightarrow$$

$$N_{F_T} = F_k \cdot v_k - \text{ всегда}$$

~~Знаменатель тире и а дробная черта масс в момент времени, когда $v = v_1$ на ось x :~~



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!

$$\cancel{F_r - F_c = m a(u)}$$

Запишем т. о. изменение кинетической энергии в этом

маленьком: $\Delta E_k = \frac{m(u+du)^2}{2} - \frac{mu^2}{2} = \frac{m}{2} (u^2 + 2u du + \overset{\substack{\uparrow \\ \text{2 перед} \\ \text{маленьким}}}{du^2}) = mu du$

$$A = F_r ds - F_c ds$$

$$F_r ds - F_c ds = mu du \quad | : dt$$

$$F_r \frac{ds}{dt} - F_c \frac{ds}{dt} = mu \frac{du}{dt}$$

$$\frac{ds}{dt} = v_i$$

$$\frac{du}{dt} = a(u)$$

$$F_r \cdot v_i - F_c v_i = mu \cdot a(u)$$

$$F_r \cdot v_i = N_{\epsilon_r} = \text{const} = F_c v_k, \text{ нагрузка}$$

$$F_k v_k - F_c v_i = m v_i a(u)$$

$$F_c = \frac{F_k v_k - m v_i a(u)}{v_i}$$

$$F_c = \frac{405 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 300 \cdot 27 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{27 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 360 \text{ Н}$$

3) Мощность, которая преодолевает силу сопротивления по
мощности равна мощности силы сопротивления, а мощности
на ведущих колесах = const; нагрузка $\eta = \frac{N_{\epsilon_r}}{N_{\epsilon_k}}$

$$N_{\epsilon_r} = F_r \cdot v_i$$

$$N_{\epsilon_k} = F_k \cdot v_k$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{F_r v_i}{F_k v_k}$$

$$\eta = \frac{360 \text{ Н} \cdot 27 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{405 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{4}{5}$$

Ответ: $a(u) = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$F_r = 360 \text{ Н}$$

$$\eta = \frac{4}{5}$$



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!

T_0	V_{N_2}	N_2
J_{N_2}	$, P$	
V_{H_2O}	CO_2	J_{CO_2}
V_{H_2O}	H_2O	

Эт.к. процесс изотермический и в равновесии

$$\Rightarrow p(N_2) = p(CO_2)$$

т.к. газ CO_2 растворен в воде, то
газообразный CO_2 занимает объем

$V_{H_2O} \Rightarrow$ уравнение состояния идеального газа для N_2 и
газообразного CO_2 : $p(N_2) \cdot \frac{V}{2} = J_{N_2} RT_0$

$$p(CO_2) \cdot \frac{V}{4} = J_{CO_2} RT_0$$

Учитывая, что $p(N_2) = p(CO_2)$, получим: $2 = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{4}} = \frac{J_{N_2}}{J_{CO_2}}$

Ответ: $\frac{J_{N_2}}{J_{CO_2}} = 2$

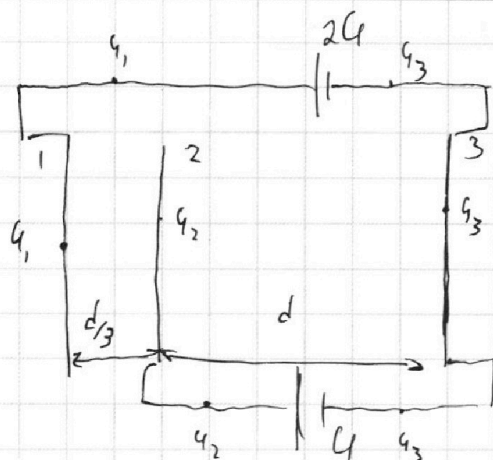
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) Пусть φ сеток 1, 2, 3

потенциалы $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ составим

$$\text{видим } \Rightarrow \varphi_2 - \varphi_3 = U$$

$$\varphi_3 - \varphi_1 = 2U$$

Когда частица между, на нее по осе x действует масса

$$F_{21} = qE, \text{ по 2 ЗН: } F_{21} = ma$$

$$qE = ma$$

Напряженность поле между точками 2 и 3 $E_{23} = (\varphi_2 - \varphi_3) \cdot d$

$$\Rightarrow E_{23} = Ud \Rightarrow qUd = ma \Rightarrow [a = \frac{qUd}{m}]$$

2) $K_3 - K_2 = \Delta E_k^{(3-2)}$ между т. 2 и 3; по т. об увеличении

$$\text{кинетической энергии } \Delta E_k^{(3-2)} = A_{F_3} = q \cdot (\varphi_2 - \varphi_3) = qU$$

$$\Rightarrow [K_3 - K_2 = qU]$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{qUd}{m}$$

$$K_3 - K_2 = qU$$

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!



Запишем 2 правого Кирхгофа для контура 13K1D (направление
как обхода на рисунке): $E + \mathcal{E}_{si}^{(1)} = I_0 R$, где

$\mathcal{E}_{si}^{(1)}$ - ЭДС самоиндукции на катушке L $\mathcal{E}_{si}^{(1)} = -L \frac{dI}{dt}$

Подставим $I_{\text{св}}$ в уравнение (1) из чего находим,

$$\text{что } I_0 = \frac{2E}{5R} \Rightarrow I_0 = I_1 + I_2 = \frac{2E}{5R} + \frac{E}{5R} = \frac{3E}{5R}$$

$$\text{Получаем: } E - L \frac{dI}{dt} = \frac{3E}{5R} R$$

$$\frac{2E}{5R} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \left[\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{5L} \right]$$

3) Рассмотрим произвольный момент времени t после замыкания

конт. Пусть I_2 - ток через $2R$ в этот момент

2 правого Кирхгофа для контура 12CKD (направление как рисунка)

$$\mathcal{E}_{si}^{(2)} - \mathcal{E}_{si}^{(1)} = I_2 R, \text{ где } \mathcal{E}_{si}^{(2)} \text{ и } \mathcal{E}_{si}^{(1)} - \text{ЭДС самоиндукции на}$$

соответств. катушках

$$-3L \frac{dI^{(2)}}{dt} + L \frac{dI^{(1)}}{dt} = I_2 R \cdot dt, \text{ учитывая, что } dq_2 = I_2 dt - \text{заряд}$$

$$-3L dI^{(2)} + L dI^{(1)} = dq_2 R$$

Принтегрируем это равенство от $t=0$ момента замыкания конт.

до установившегося режима в цепи, т.к. оно верно в любой момент

преходящего процесса. Когда ток через L станет равен const

потенциалы точек A, C, E и D станут равными $\Rightarrow$ не будет

тока через $2R$, а общий ток в цепи станет равен $I = \frac{E}{R}$

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!

$$\int_{-I_{20}}^0 -3L d\tilde{I}^{(2)} + \int_0^I L d\tilde{I}^{(L)} = \int_0^q R dq_2$$

$$-3L(0 - I_{20}) + L(I - 0) = R(q - 0)$$

$$3L I_{20} + LI = Rq$$

$$3L \cdot \frac{\varepsilon}{5R} + L \cdot \frac{\varepsilon}{R} = Rq$$

$$\frac{8\varepsilon L}{5R} = Rq$$

$$q = \frac{8\varepsilon L}{5R^2}$$

Ответ: $I_{20} = \frac{\varepsilon}{5R}$
 $\frac{dI}{dt} = \frac{2\varepsilon}{5L}$
 $q = \frac{8\varepsilon L}{5R^2}$

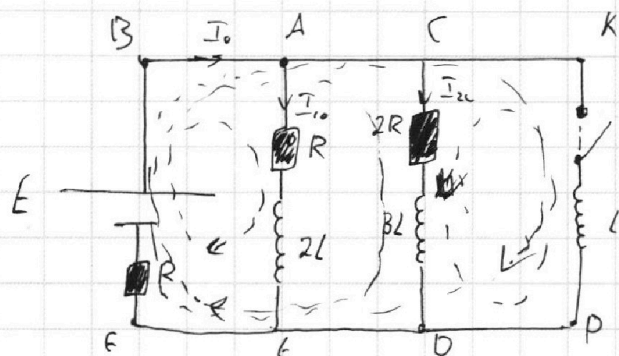
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) Рассмотрим цепь до замыкания ключа. Даем в цепи установившееся $\Rightarrow$ ток

идущие через катушки постоянны $\Rightarrow$ отсутствует $\mathcal{E}_{\text{с.}}$ в катушках (2L и 3L). Пусть I_0 - общий ток в цепи
 I_{20} - ток через 2R и 3L
 I_{10} - ток через R и 2L
 1 правило Кирхгофа для узла A: $I_0 = I_{10} + I_{20}$

2 правило Кирхгофа для контуров FBCD и FBAE (направления обхода на рисунке)

$$\begin{cases} E = I_{10}R + I_0R \\ E = 2I_{20}R + I_0R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E = I_{10}R + (I_{10} + I_{20})R & (1) \\ E = 2I_{20}R + (I_{10} + I_{20})R & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = 2I_{10}R + I_{20}R & (1) \\ E = 3I_{20}R + I_{10}R & (2) \end{cases}$$

$$(2) \cdot 2 - 1 : E = 5I_{20}R \quad \boxed{I_{20} = \frac{E}{5R}}$$

2) Сразу после замыкания ключа ток, идущий через катушки скачком не изменяется $\Rightarrow$ в момент замыкания

$$\left. \begin{aligned} I_{3L} &= I_{20} \\ I_{2L} &= I_{10} \\ I_L &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{общий ток в цепи и его распределение не изменяется}$$

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

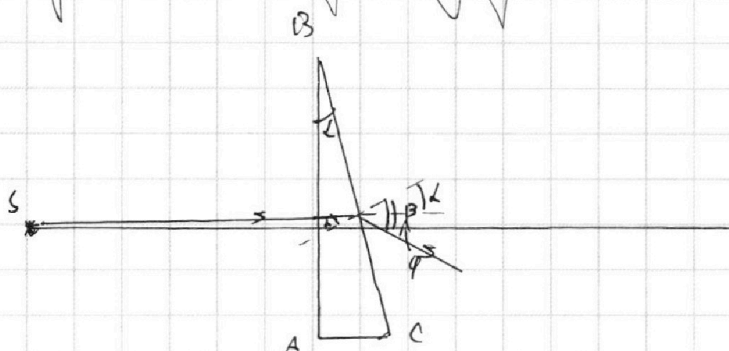
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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) Т.к. $n_1 = n_2 = 1$ после прохождения линзы луч себя будет вести как в воздухе $\Rightarrow$ при повороте можно не учитывать вторую призму



П.к. луч падает по нормали, то из геометрии картинке найдем, что угол падения луча $1BC$ равен 1 . по закону Снелля: $n_2 \sin 1 = n_1 \sin 3$, где 3 угол преломления

$n_1 = 1$ и известную длину волны найдем:

$$n_2 1 = 3 \text{ или } \sin 3 = n_2 \sin 1 \quad (\varphi = 3 - 1 = 1 \cdot n_2 - 1 = 1 \cdot (n_2 - 1))$$

$$(\varphi = 0,05 \text{ рад} (1,6 - 1) = 0,08 \text{ рад})$$

- 2) Заметим, что такое свойство линзы (поворот луча на φ)

верно для произвольного луча (не только для луча, падающего по нормали) $\Rightarrow$ возьмем два луча, падающих произвольно и повернем эту систему на угол φ по часовой стрелке. Заметим, что данное преобразование эквивалентно повороту изображения; найдем:

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

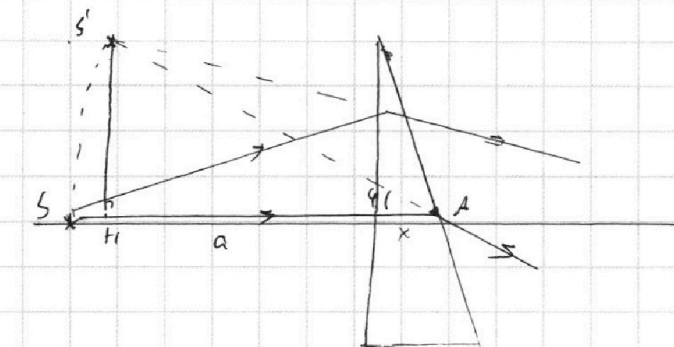
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



x - толщина призмы n_2

$x \ll a$; в случае малости

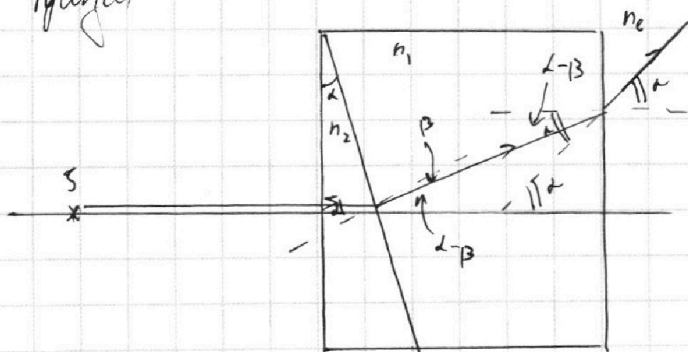
угла φ ~~будет~~ SH будет осевая луча $KO \approx S$ можно

считать что $S'S \perp$ границе источник-набл = S

$$\varphi \approx \tan \varphi = \frac{S'S}{AS} = \frac{p(S'; S)}{a+x} \approx \frac{p(S'; S)}{c} = S [p_i(S'; S) = a \cdot \varphi = a \cdot 2(n_2 - 1)]$$

$$[p_i(S'; S) = 200 \text{ см} \cdot 0,03 \text{ рад} = 6 \text{ см}]$$

3) Посчитали на какой угол поворачивает лучи системы
призмы



Из симметрии получаем
что угол падения луча
границы раздела n_1 и n_2
 $= L$

$$n_2 L = \beta n_1 \text{ (лучи симметричны, то } \sin \alpha \approx \alpha \text{, для малых углов)}$$

Из симметрии угол падения на границу раздела n_1 и $n_2 = L - \beta$

$$\Rightarrow (L - \beta) n_1 = \beta n_2 \quad (n_2 = 1) \quad \frac{L n_2}{(L - \beta) n_1} = L \left(\frac{n_2 - n_1}{n_1} \right)$$

$$\Rightarrow \gamma = L \left(\frac{n_2 - n_1}{n_1} \right) \cdot n_1 = L(n_2 - n_1) \Rightarrow \text{из симметрии получаем, что}$$

$$\text{угол поворота луча равен } \gamma = L(n_2 - n_1)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

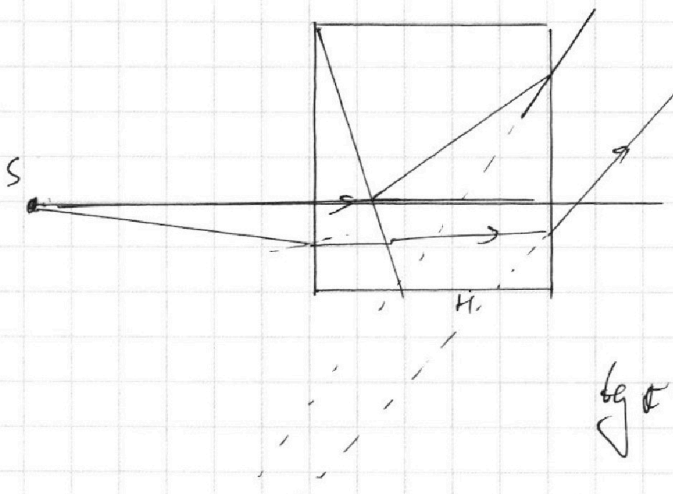
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



Это верно для произвольного луча $\Rightarrow$ если взять
2 произвольных луча и повернуть систему на угол
 $\varphi = 2(n_1 - n_2)$, то получим изображение S



В силу малости сдвига
 S' по оси x будет осев
мало $\Rightarrow$ из геометрии

прямоугольного треугольника

$$\tan \varphi = \frac{D_2(S'; S)}{a + h}, \text{ с учетом малости:}$$

$$D_2(S'; S) = 2(n_1 - n_2)(a + h)$$

$$D_2 = 0, \text{ с учетом } (1,8 - 1,6)(200 + 9) \text{ см} = 2,09 \text{ см}$$

Ответ: $\varphi = 2(n_1 - n_2)$; $\varphi = 0,03 \text{ рад}$

$$D_1 = a 2(n_1 - n_2); D_1 = 6 \text{ см}$$

$$D_2 = 2(n_1 - n_2)(a + h); D_2 = 2,09 \text{ см}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Скорость постоянна $\Rightarrow a=0 \Rightarrow \Delta E=0 \Rightarrow A_{\tau} = A_{\epsilon}$

$$N_{\tau} = N_{\epsilon}$$

$$F_{\tau} \cdot V_{\tau} = F_{\epsilon} \cdot V_{\epsilon}$$

$$\begin{array}{r} 405 \cdot 9 \\ 30 \overline{) 405} \\ \underline{30} \\ 105 \\ \underline{90} \\ 15 \end{array}$$

$$F_{\tau} - F_{\epsilon} = m \frac{dv}{dt}$$

$$\Delta E = \frac{m(v_{\text{из}})^2}{2} - \frac{m(v)^2}{2} = mVdv = F_{\tau} \cdot ds - F_{\epsilon} \cdot ds \quad | : dt$$

$$mV \frac{dv}{dt} = N_{\tau} - F_{\epsilon} V$$

$$F_{\epsilon} = \frac{405 \cdot 30 - 300 \cdot 27 \cdot 9,3}{27} = 450 - 30 \cdot 3 = 450 - 90 = 360 \text{ Н}$$

$$\eta = \frac{F_{\epsilon} \cdot V_{\tau}}{F_{\tau} \cdot V_{\epsilon}} = \frac{360 \cdot 27}{405 \cdot 30} = \frac{360}{450} = \frac{36}{45} = \frac{4}{5}$$



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

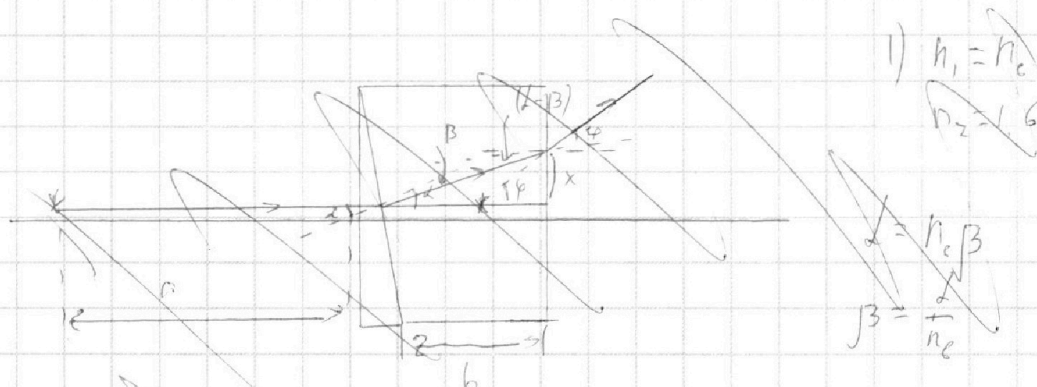
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$2Rq_2 = -3L(c - I_{xc}) + 0$$

$$2Rq_2 = 3LI_{xc} \quad I_{xc} = \frac{\xi}{5/2}$$

$$2Rq_2 = \frac{3\xi L}{5/2}$$

$$q_2 = \frac{3\xi L}{10/2}$$



$$1) \quad n_1 = n_c$$
$$n_2 = 1.6$$

$$\alpha = n_c \beta$$
$$\beta = \frac{1}{n_c}$$

$$(1 - \beta)n_2 = 0$$

$$(1 - \frac{1}{n_2})n_2 = 0$$

$$(n_2 - 1) = 0$$

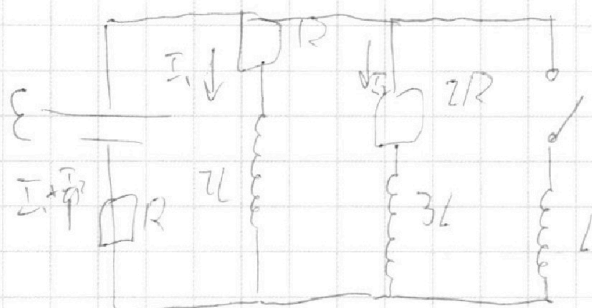
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_1 R + (I_1 + I_2) R \\ \mathcal{E} = I_2 2R + (I_1 + I_2) R \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathcal{E} = 2I_1 R + I_2 R \\ \mathcal{E} = 3I_2 R + I_1 R \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathcal{E} = 2I_1 R + I_2 R \\ 2\mathcal{E} = 6I_2 R + 2I_1 R \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = 5I_2 R \Rightarrow I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

2) ТСК сложилась. В катушке не изменился заряд после замыкания $\Rightarrow \frac{2\mathcal{E}}{5} = 2I_1 R \Rightarrow I_{10} = \frac{2\mathcal{E}}{5R} \Rightarrow \frac{I_{10}}{I_{10}} + \frac{I_{20}}{I_{20}} = \frac{3\mathcal{E}}{5R}$

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{\text{с.}} = (I_1 + I_2) R$$

$$\mathcal{E} - L \frac{dI}{dt} = \frac{3\mathcal{E}}{5}$$

$$\frac{2\mathcal{E}}{5} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$$

3) В начале коротко $2IR I_2 = \mathcal{E}_{3L} - \mathcal{E}_L$

$$2IR I_2 = -3L \frac{dI_{3L}}{dt} + L \frac{dI_L}{dt}$$

$$2IR dq_2 = -3L dI_{3L} + L dI_L$$

$$2IR \int_0^{q_2} dq_2 = -3L \int_{I_{20}}^{I_{3L}} dI_{3L} + \int_0^{I_L} dI_L$$



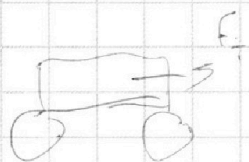
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

МФТИ



$$F \cdot V = \text{const}$$

$$F_k = 505 = kV$$

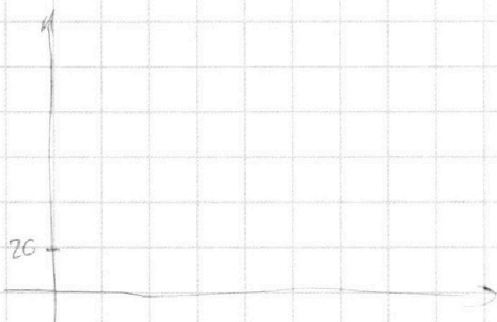
$$F_c \sim V$$

$$k = \frac{505}{30}$$

$$F_T = F_k$$

$$\begin{array}{r} 505/30 \\ 30 \overline{) 1515} \\ \underline{90} \\ 615 \\ \underline{600} \\ 15 \end{array}$$

$$k = 105 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$



$$a = \frac{dv}{dt} - \text{константа}$$

$$g = \frac{G}{10} = 0,1 \text{ м/с}^2$$

Скорость останется при $V = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$$A_c = A_T \quad | \cdot \frac{d}{dt}$$

$$F_T^{(1)} = \frac{F_T \cdot V_k}{V_1}$$

$$P_c = P_T$$

$$k V_k \cdot V_k = F_T \cdot V_k$$

$$F_T = k V_k$$

$$F_c = \Delta V_1 = \frac{F_k}{V_k} \cdot V_1$$



$$F_T - F_c = m \frac{dV}{dt}$$

$$F_T V_k = F_T^{(1)} \cdot V_1$$

$$P_c = F_c \cdot V_1 = \Delta V_1^2$$

$$g = \frac{\Delta V_1^2}{\dots}$$



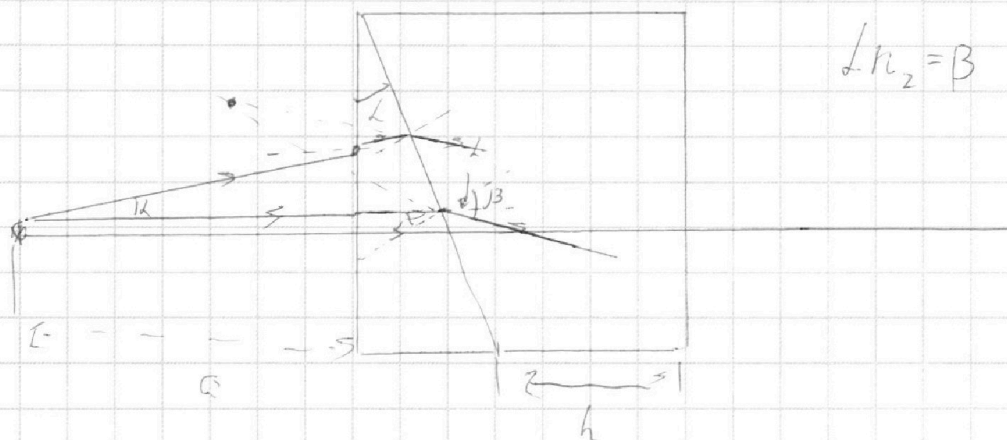
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$q = \beta \cdot l = L(n_2 - 1)$$

$$n^2 L = \frac{L}{d}$$
$$L(n-1) = \frac{d+ad}{L}$$

$$L(n-1) - ad = d$$

$$n^2 L = \frac{L}{L(n-1) - ad}$$

$$n^2 L^2 (n-1) - ad L^2 = L$$

$$L(n^2 L^2 (n-1) - 1) = ad L^2$$

$$L = \frac{ad L^2 n^2}{n^2 L^2 (n-1) - 1}$$

$$res = a - \frac{ad L^2 n^2}{n^2 L^2 (n-1) - 1} =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



V_1	N_2
T_0	P
V_2	P, n_2, c_{v2}
T_0	V_1

$$P \frac{V}{2} = \nu_{N_2} RT$$

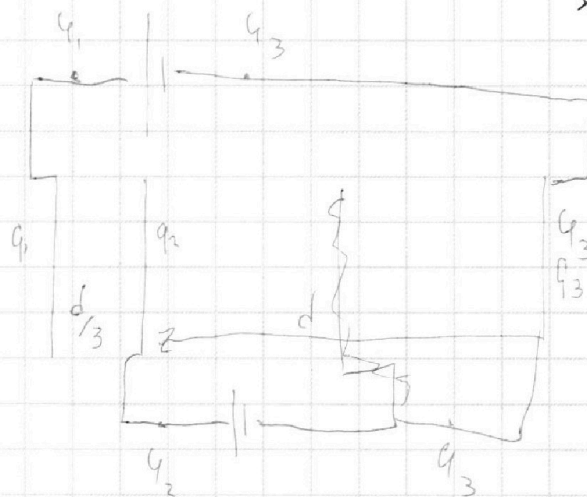
$$P \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT$$

$$\frac{\nu_{N_2}}{\nu_{CO_2}} = 2$$

$$\Delta U_{\text{мол}} = k \cdot P \cdot \frac{V}{4}$$

$$F_{\text{эл}} = m a_x$$

$$q E = m a_x$$



$$\times 0,6 \quad \times 0,05$$

$$1,6$$

$$16 \cdot 10^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-2}$$

$$80 \cdot 10^{-3} =$$



$$E \cdot d = q_2 - q_3 = q_2$$

$$E = \frac{q}{d}$$

$$\frac{q d}{d} = m a_x$$

$$a_x = \frac{q d}{d m}$$

$$k_3 - k_2 = \Delta E_n = A_{\text{эл}} = q \cdot E \cdot d = U q$$



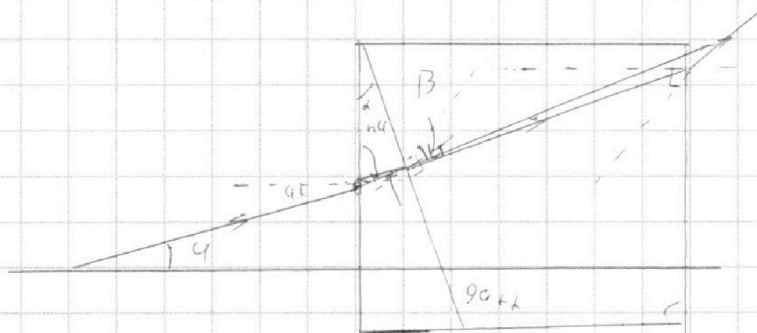
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

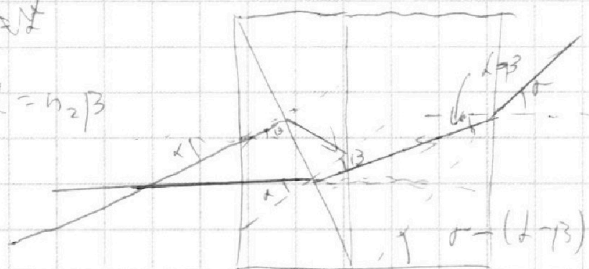


$$180 - (180 - \alpha) - n_2 \alpha = \alpha - n_2 \alpha$$

$$(\alpha - n_2 \alpha) / n_2 = \beta$$

ВЗН

$$\alpha = n_2 \beta$$



$$(\alpha - \beta) n_1 = \alpha$$

$$\alpha n_1 = \beta n_2$$

$$\alpha - (\alpha - \beta) = \alpha - \alpha + \beta = \beta = (\alpha - \beta) n_1 - \alpha + \frac{\alpha n_1}{n_2} =$$

$$= \alpha - \frac{\alpha n_1}{n_2}$$

$$\approx 0,05$$

$$0,2$$

$$10 \cdot 10^{-3} = 10^{-2}$$

$$200 \cdot 10^{-2} =$$



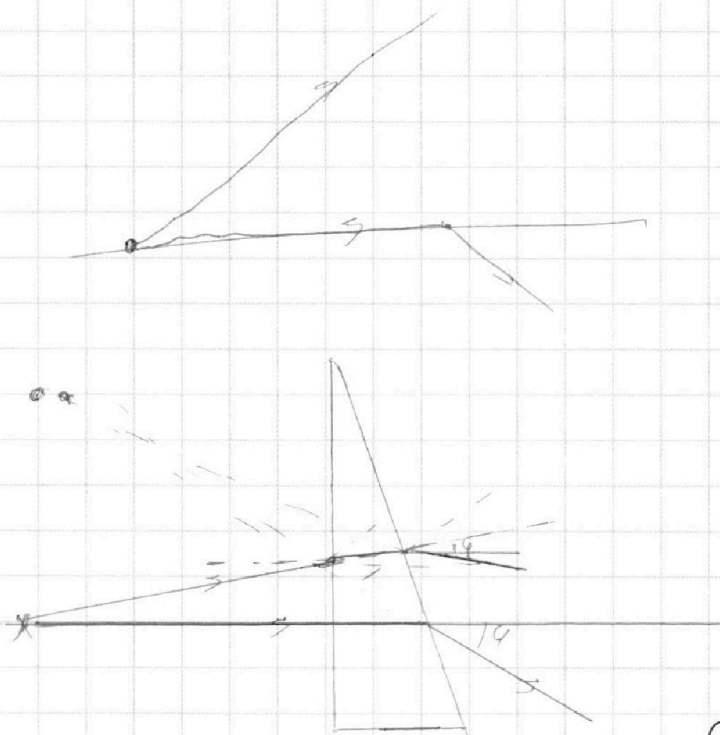
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



0,6

0,05

$$5 \cdot 10^{-2} \cdot 6 \cdot 10^{-1} = 30 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-2} = 0,03$$

