



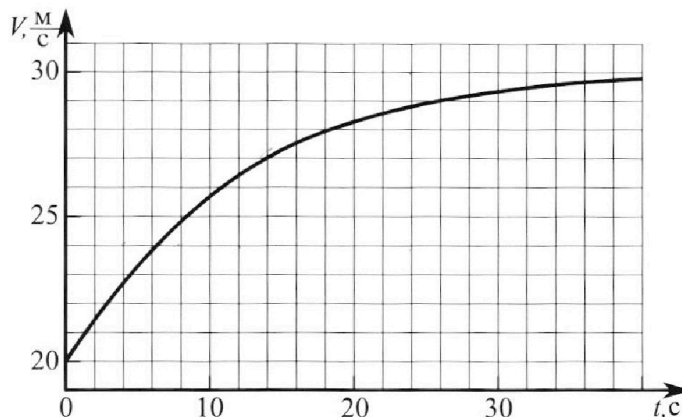
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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%.

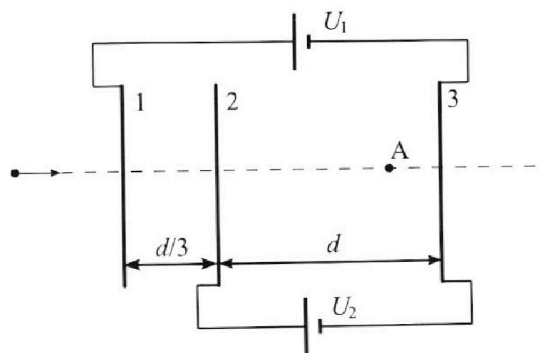
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделен тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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  $\Delta v$  растворенного газа в объеме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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 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 А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

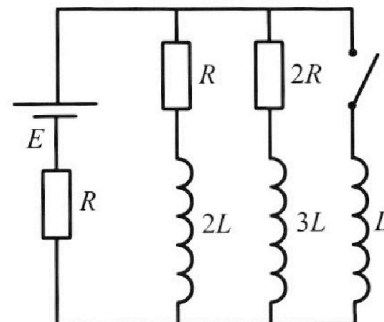
Вариант 11-02

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.

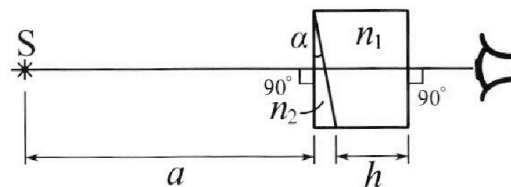


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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 эту равно ускорение в какой-то момент времени нужно найти значение производной функции  $v(t)$  в этот момент при  $v_1 = 27 \text{ м/с}$   $t_1 = 14 \text{ с}$   $\Rightarrow a = v'(14) = \tan \alpha$ , где  $\alpha$  угол наклона касательной к графику  $v(t)$

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

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

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

материала на  $ds$  ~~то~~ разгон завершается, когда  $v_k = 30 \text{ м/с}$

найдем, что  $F_T \cdot ds - F_c \cdot ds = 0 | : dt$

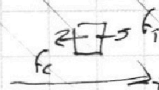
$$F_T \frac{ds}{dt} - F_c \frac{ds}{dt} = 0$$

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

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

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

~~Занесем таблицу о движении груза масс в момент времени, когда  $v = v_k$  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
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!



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

Запишем т. д. изменение кинетической энергии в этом

$$\text{маленький: } \Delta E_k = \frac{m(u+du)^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} (u^2 + 2u du + \overset{\text{2 перед}}{\underset{\text{маленький}}{du^2}} - v^2) = mv du$$

$$A = F_T ds - F_c ds$$

$$F_T ds - F_c ds = mv du \quad | : dt$$

$$F_T \frac{ds}{dt} - F_c \frac{ds}{dt} = mv \frac{du}{dt}$$

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

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

$$F_T \cdot v_i - F_c v_i = mv_i a(u)$$

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

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

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

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

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

$$N_{F_T} = F_T \cdot v_i$$

$$N_{F_c} = F_c \cdot v_k$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{F_T v_i}{F_c v_k}$$

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

Ответ:  $a(u) = 0,3 \text{ м/с}^2$

$$F_T = 360 \text{ Н}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

Эт. к. процесс невосстанов и в равновесии

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

т. к. газы  $CO_2$  растворима в воде, то  
растворенной  $CO_2$  занимает объем

$V_{H_2O} \Rightarrow$  уравнение состояния идеального газа для  $N_2$  и

$$\text{растворенного } CO_2: p(N_2) \cdot \frac{V}{2} = J_{N_2} RT_0$$

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

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:  $\frac{J_{N_2}}{J_{CO_2}} = 2$

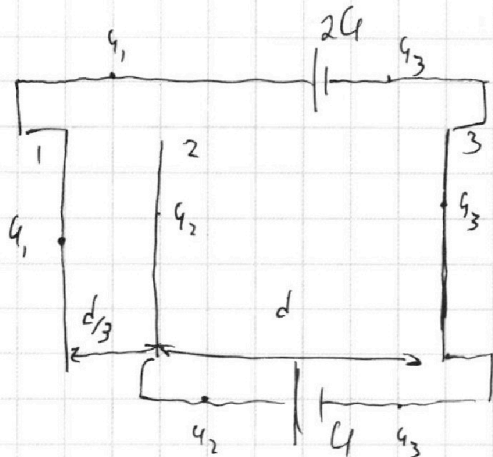
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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  $U$  сеток 1, 2, 3

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

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

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

Когда пластина мнет, на нее по оси  $x$  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

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

$$\Rightarrow [k_3 - k_2 = qU]$$

Ответ:  $a = \frac{qUd}{m}$

$$k_3 - k_2 = qU$$

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!



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

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

Подставим  $I_{zo}$  в уравнение (1) из чего находим,

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

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

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

3) Рассмотрим произвольный момент времени  $t$  после замыкания

ключа пусть  $I_2$  - ток через  $2R$  в этот момент

2 правых правила Кирхгофа для контура 1DCKP (направление на рисунке)

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

соответств. катушках

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

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

Принтегрируем это равенство от  $t=0$  момента замыкания ключа

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

преходного 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

 МФТИ



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

$$\int_{-\frac{\tau}{2\epsilon}}^0 -3L d\bar{I} + \int_0^{\tau} L d\bar{I} = \int_0^q R dq_2$$

$$-3L \left(0 - \frac{\tau}{2\epsilon}\right) + L(\tau - 0) = R(q - 0)$$

$$3L \frac{\tau}{2\epsilon} + L\tau = Rq$$

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

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

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

Ответ:  $\frac{\tau}{2\epsilon} = \frac{\epsilon}{5R}$   
 $\frac{d\bar{I}}{dt} = \frac{2\epsilon}{5L}$   
 $q = \frac{8\epsilon L}{5R^2}$



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

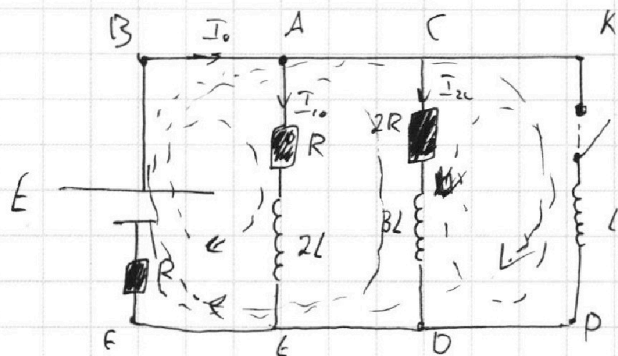
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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. Пусть в цепи установился ток

идущие через катушки постоянны  $\Rightarrow$  отсутствует  $\mathcal{E}_{\text{си}}$  в каждой из катушек ( $2L$  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 А:  $I_0 = I_{10} + I_{20}$

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

$$\begin{cases} E = I_{10}R + I_0R & (E = I_{10}R + (I_{10} + I_{20})R) \quad (1) \\ E = 2I_{20}R + I_0R & \Leftrightarrow \begin{cases} E = 2I_{20}R + (I_{10} + I_{20})R \quad (2) \\ I_0 = I_{10} + I_{20} \end{cases} \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = 2I_{10}R + I_{20}R \quad (1) \\ E = 3I_{20}R + I_{10}R \quad (2) \end{cases} \quad (2) \cdot 2 - 1 : E = 5I_{20}R \quad \boxed{I_{20} = \frac{E}{5R}}$$

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

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

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

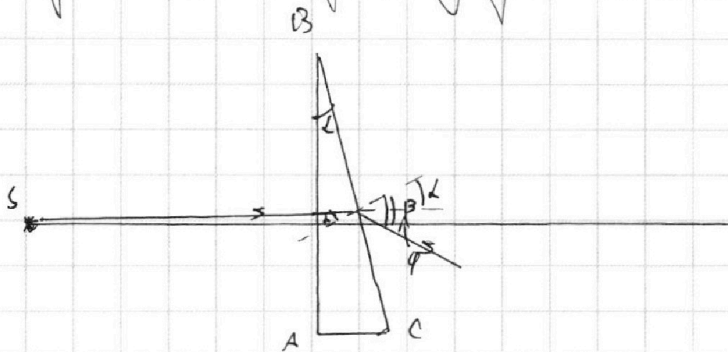
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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



П.к. луч падает по нормали, то из геометрии картины получаем, что угол падения луча  $\angle BAC$  равен  $\angle$ . по закону Снелля:  $n_2 \sin \angle = n_1 \sin \beta$ , где  $\beta$  угол преломления

$n_1 = 1$  и ~~используя~~ ~~интегрируя~~ малые углы получим:

$$n_2 \angle = \beta \text{ малый угол } (\varphi = \beta - \angle = \angle n_2 - \angle = \angle (n_2 - 1))$$

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

2) Заметим, что такое свечение кинка (поворот луча на  $\varphi$ )

верно для произвольного луча (не только для луча, падающего по нормали)  $\Rightarrow$  возмем два луча, падающих параллельно и повернем эту систему на угол  $\varphi$  по часовой стрелке. Заметим, что данное преобразование эквивалентно построчно изобразению; получим:

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

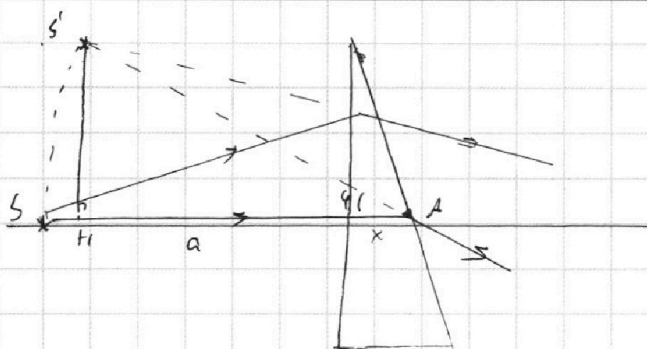
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$x$  - толщина призмы  $n_2$

$x \ll a$ ; в случае малости

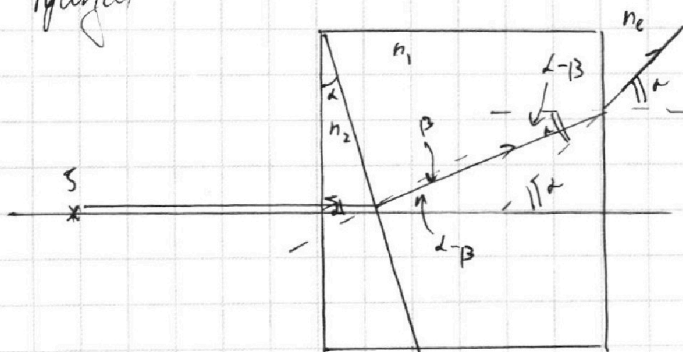
угол  $\varphi$  ~~будет~~  $SH$  будет осевая длина  $k \approx 0 \Rightarrow S$  можно

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

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

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

3) Показатели на какой угол поворачивает лучи системы  
призмы



Из симметрии показываем  
что угол поворота луча  
относительно границы раздела  $n_1$  и  $n_2$   
 $= \Delta$

$$n_2 \Delta = \beta n_1 \text{ (справедливо, так как } \sin \alpha \approx \alpha \text{, для малых углов)}$$

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

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

$\Rightarrow \Delta = \Delta \left( \frac{n_2 - n_1}{n_1} \right) \cdot n_1 = \Delta (n_1 - n_2) \Rightarrow$  из симметрии получаем, что  
угол поворота луча равен  $\Delta = \Delta (n_1 - n_2)$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

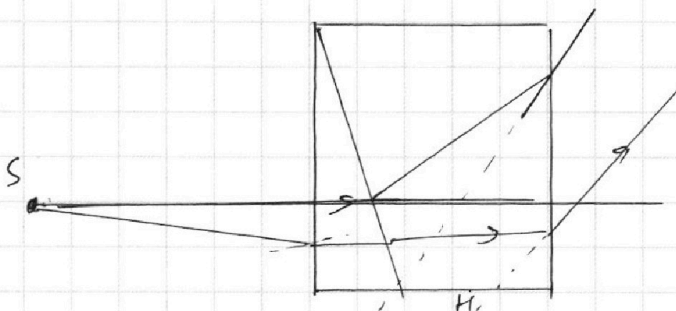
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



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



В силу малости угла  $\varphi$   
 $S'$  по оси  $x$  будет осевым

лучом  $\Rightarrow$  из геометрии

прямоугольного треугольника

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

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

$$D_2 = 0,05 \text{ рад} (1,8 - 1,6) (200 + 9) \text{ см} = 2,09 \text{ см}$$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

Скорости замедляются  $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow \Delta E = 0 \Rightarrow A_{fr} = A_{(c)}$

$$N_{fr} = N_{(c)}$$

$$F_{fr} \cdot V_k = F_{(c)} \cdot V_k$$

$$\frac{405 \cdot 9}{30 \cdot 15} = \frac{450}{15}$$

$$F_{fr} - F_{(c)} = m \frac{dv}{dt}$$

$$\Delta E = \frac{m(v_2)^2}{2} - \frac{m(v_1)^2}{2} = mVdv = \int F_{fr} \cdot ds - \int F_{(c)} \cdot ds \quad | : dt$$

$$mV \frac{dv}{dt} = N_{fr} - F_{(c)} V$$

$$F_{fr} = \frac{405 \cdot 30 - 300 \cdot 27 \cdot 0,3}{27 \cdot 3} = 450 - 30 \cdot 3 = 450 - 90 = 360 \text{ Н}$$

$$\eta = \frac{F_{(c)} \cdot V_1}{F_{fr} \cdot V_k} = \frac{300 \cdot 27}{405 \cdot 30} = \frac{360}{450} = \frac{36}{45} = \frac{4}{5}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

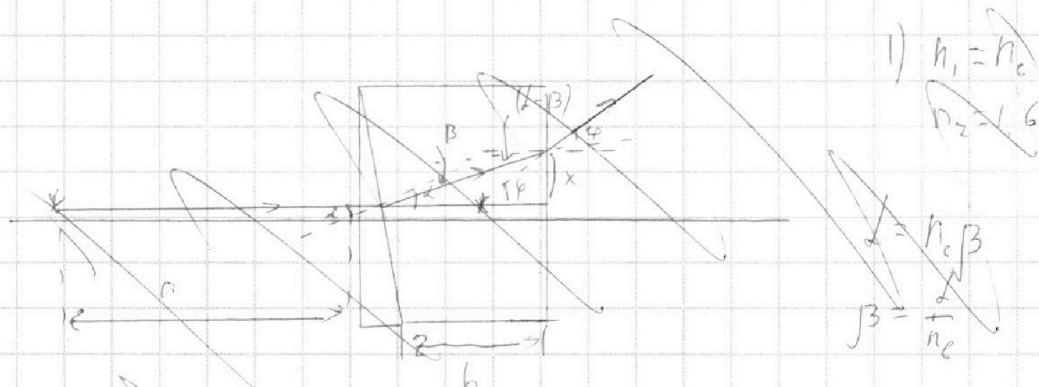


$$2Rq_2 = -3L(c - I_{xc}) + 0$$

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

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

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



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

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

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

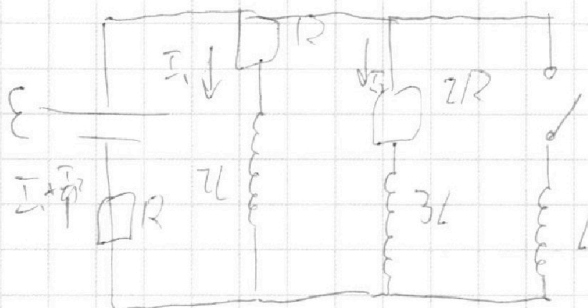
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



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

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

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

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

2) ток скачет, в катушке не изменяется сразу после замыкания  $\Rightarrow \frac{2\varepsilon}{5} = 2I_1 R \Rightarrow I_{10} = \frac{2\varepsilon}{5R} \Rightarrow \frac{I_{10}}{I_{20}} = \frac{2\varepsilon}{5R} \cdot \frac{5R}{\varepsilon} = \frac{2\varepsilon}{\varepsilon} = 2$

$$\varepsilon + \varepsilon_{s1} = (I_1 + I_2) R$$

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

$$\frac{2\varepsilon}{5} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2\varepsilon}{5L}$$

3) В начале коротко  $2R I_2 = \varepsilon_{3L} - \varepsilon_L$

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

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

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

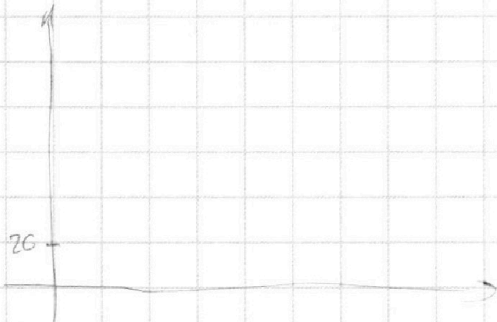
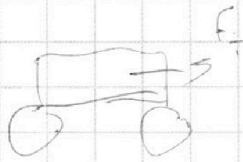
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$G = \frac{dU}{dt}$  — мощность

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

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

$F_k = 505 = kv$

$F_c \sim v$

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

$F_T = F_k$

$$\begin{array}{r} 505/30 \\ 30 \overline{) 505} \\ \underline{15} \phantom{0} \\ 150 \\ \underline{150} \\ 0 \end{array}$$

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

Скорость составила при  $v = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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

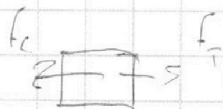
$F_T^{(1)} = \frac{F_k \cdot v_k}{v_1}$

$P_c = P_T$

$k v_k \cdot v_k = F_T \cdot v_k$

$F_c = \Delta U_1 = \frac{F_k \cdot v_k}{v_1} \cdot v_1$

$F_T = k v_k$



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

$F_T \cdot v_k = F_T^{(1)} \cdot v_1$

$P_c = F_c \cdot v_1 = \Delta U_1^2$

$\eta = \frac{\Delta U_1^2}{\dots}$



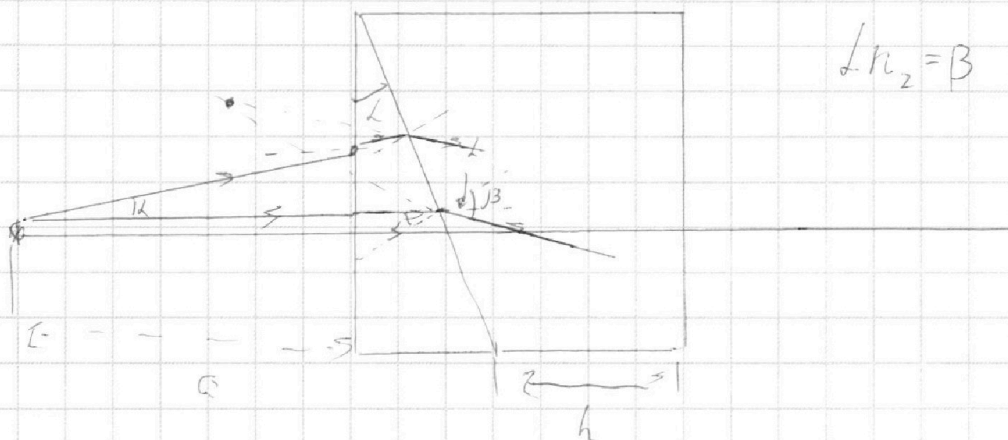
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$$n_2 = \beta$$

$$d = \beta \cdot L = L(n_2 - 1)$$

$$n^2 L = \frac{L}{d}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$N_2$

$V_1$	$N_2$
$T_0$	$p$
-----	
$V_2$	$p, n_2, CO_2$
$T_0$	

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

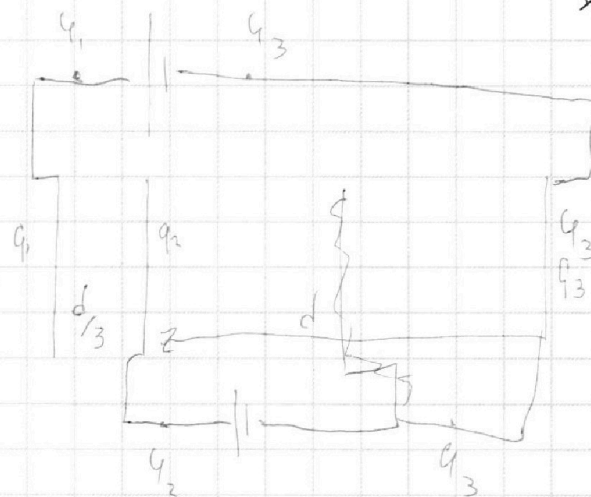
$$p \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT$$

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

$$\Delta \nu_{max} = k \cdot p \cdot \frac{V}{4}$$

$$F_{zn} = m a_x$$

$$q E = m a_x$$



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

$$1,6$$

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

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



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

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

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

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

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



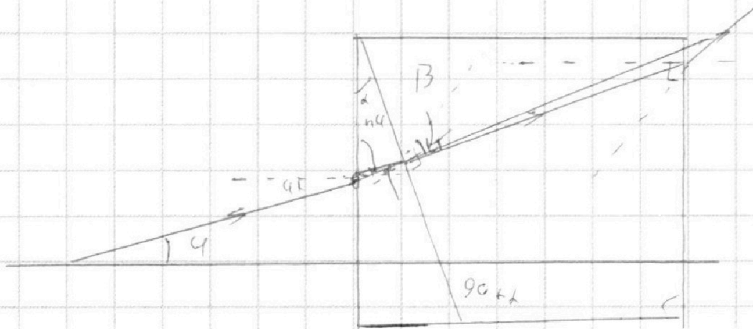
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



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

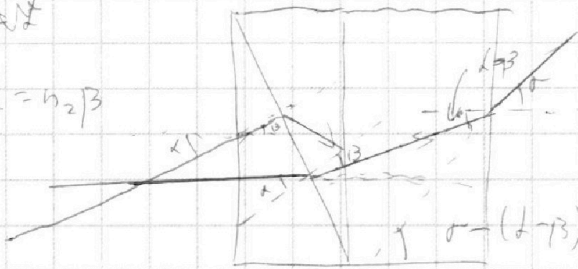


$$180 - (180 - \alpha) - n_2 \alpha = \alpha - n_2 \alpha$$

$$(\alpha - n_2 \alpha) / n_2 = \beta n_1$$

ВЗН

$$\alpha = n_2 \beta$$



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

$$\alpha n_1 = \beta n_2$$

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

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

$$\approx 0,05$$

$$0,2$$

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

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

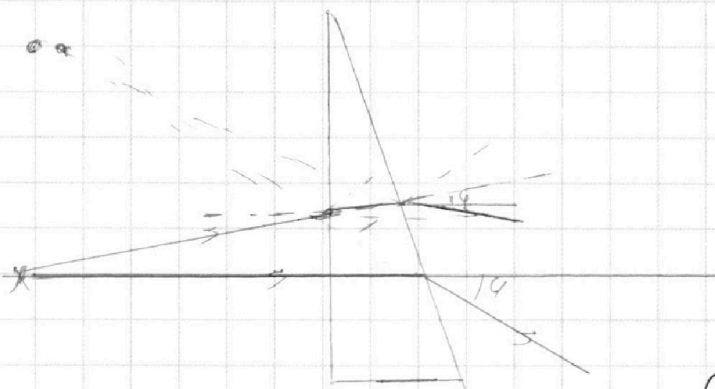
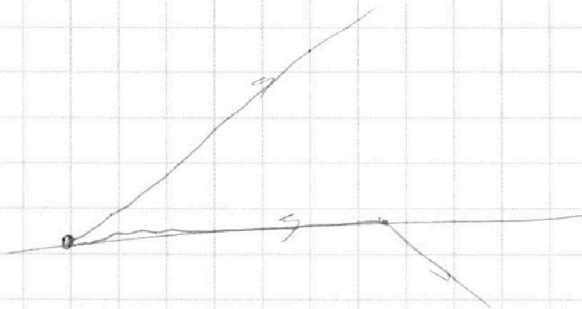
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$0,6$$
$$0,05$$
$$5 \cdot 10^{-2} \cdot 6 \cdot 10^{-1} = 30 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-2} = 0,03$$

