



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

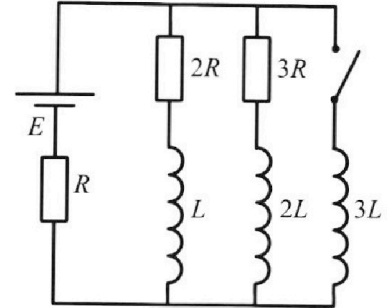


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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.

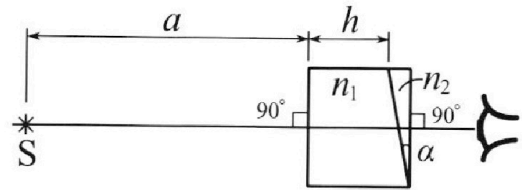


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



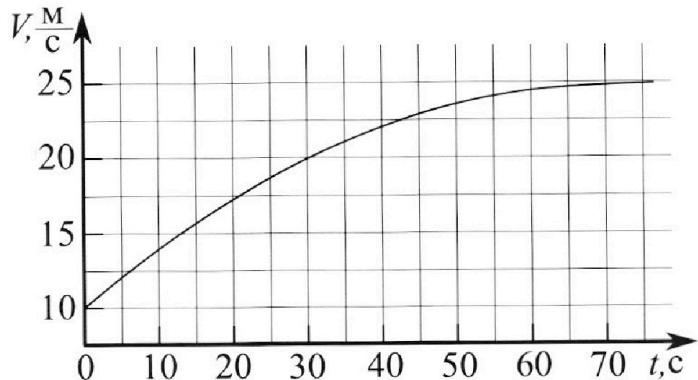
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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  $V_1$ ?

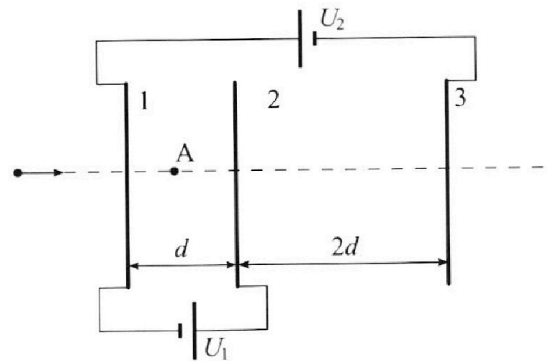
Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 5T_0/4 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

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

- 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.

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!



51.

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$m = 1900 \text{ кг}$$

$$v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F_1 = ?$$

$$P_1 = ?$$

По условию сила сопротивления  $F_{\text{соп}} = kv$

В конце разгона сила тяги  $F_{\text{т}} = F_k = 500 \text{ Н}$

Из графика видно, что разгон прекратился

при  $v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , т.к. скорость перестала расти.

И.З.М:

$$\vec{F}_{\text{соп}k} + \vec{F}_k = 0$$

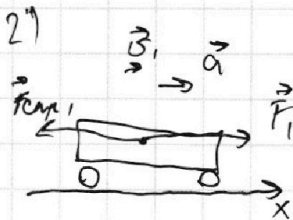
$$Ox: F_{\text{соп}k} = F_k$$

$$kv_k = F_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1) Найдём ускорение  $a$ , автомобиля при скорости  $v_1$ ,

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ участок } t \text{ от } 20 \text{ до } 30 \text{ с можно}$$

$$\text{считать отрезком прямой} \Rightarrow a_1 = \frac{20 - 12,5}{30 - 20} = \frac{7,5}{10} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



$F_{\text{соп}1}$  - сила сопротивления при  $v_1$

И.З.М:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_{\text{соп}1} = m\vec{a} \quad F_{\text{соп}1} = kv_1$$

$$Ox: F_1 - F_{\text{соп}1} = ma$$

$$F_1 = ma + kv_1 = 1900 \cdot 0,75 + 20 \cdot 20 = 1900 + 400 = 2300 \text{ Н}$$

$$3) P_1 = \frac{\Delta A_1}{\Delta t} = \frac{F_1 \Delta s}{\Delta t} = F_1 v_1 = 2300 \cdot 20 = 46000 \text{ Вт}$$

Ответ: ~~1)  $a_1 = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ; 2)  $F_1 = 50 \text{ Н}$ ; 3)  $P_1 = 10000 \text{ Вт}$~~

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!

$$T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$k = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{га.}}$$

1)  $\frac{V_B}{V_{H_2O}} = ?$

2)  $P_0 = ?$

5 2

До нагревания:

$\frac{V}{2}$
$P_0$
$V/4$

Т.к. установившееся состояние давление сверху и снизу равно  $P_0$

Для верхней з. м. к.:

$$(1) P_0 \frac{V}{2} = \nu_B R T_0$$

$\nu_B$  - кол-во вещества в верхней части.

Для нижней

$$(2) P_0 \left(\frac{V}{4}\right) = \nu_{H_2O} R T_0$$

Т.к.  $\frac{V}{4}$  занимает вода.

$\nu_{H_2O}$  - кол-во вещества в нижней до нагревания

$$\frac{(1)}{(2)} = 2 = \frac{\nu_B}{\nu_{H_2O}} \Rightarrow (3) \nu_B = 2 \nu_{H_2O}$$

После нагревания:

$\frac{V}{5}$	$P_2$
$V_2$	$P_2$
$V/4$	

Т.

В установившемся режиме давление в обеих частях равно  $P_2$

Для верхней:

$$P_2 \frac{V}{5} = \nu_B R T_2 \quad (4)$$

Для нижней:

$$P_2 = P_{CO_2} + P_{H_2O} \quad (5)$$

$P_{H_2O}$  - давление водяных паров при  $T_2 = T_{атм.}$

$P_{CO_2}$  - давление углекислого газа в нижней части см. пр.

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!



52 нр.

по 3.н.к

$$P_{CO_2} V_2 = \nu_{H_2} RT$$

$V_2$  объём занимаемый газом в нижней части.

$$V_2 = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20V}{20} - \frac{4V}{20} - \frac{5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$$P_{CO_2} = \frac{20 \cdot \nu_{H_2} RT}{11V} \quad (6)$$

$\nu_{H_2}$  - кол-во вещества  $CO_2$  в нижней части после нагревания

$\nu_{H_2} = \nu_{H_2} + \Delta \nu$ ;  $\Delta \nu$  - кол-во  $CO_2$  растворённой в воде до нагрева.

$$\Delta \nu = k P_0 \frac{V}{4} \quad \Leftrightarrow \quad (2) \quad P_0 \frac{V}{4} = \nu_{H_2} RT_0$$

$$(2) \quad \Delta \nu = k \nu_{H_2} RT_0$$

т.к по условию  $RT = \frac{1}{k} \nu_{H_2} RT_0$

$$(8) \quad RT_0 = RT \cdot \frac{4}{5} = \frac{4}{5k} \nu_{H_2} RT_0 \quad \Leftrightarrow \quad \nu_{H_2} = 2 \nu_{H_2} = \nu_B \quad (3)$$

су. нр.

$$P_{CO_2} = \frac{20}{11} \frac{\nu_B \cdot RT_0}{V} \quad (13) (6)$$

$$(13) (4) \quad \frac{35 \nu_B RT_0}{11 V} = \frac{20 \nu_B \cdot RT_0}{11 V} + P_{ATM}$$

$$\frac{35}{11} \frac{\nu_B RT_0}{V} = P_{ATM}; \quad (11) \quad \frac{\nu_B}{V} = \frac{P_0}{2T}$$

$$\frac{35}{11} \cdot \frac{P_0}{2T} \cdot T_0 = P_{ATM} \Rightarrow P_0 =$$

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!

52 пр.

$$U3 (7) \text{ и } (8) \quad \Delta V = \frac{4}{5} v_{H1}$$

$$v_{H2} = \frac{2}{5} v_{H1}$$

$$U3(6): P_{CO_2} = \frac{20}{11V} \cdot \frac{2}{5} v_{H1} RT = \frac{18}{11} \frac{v_{B2} RT}{V} \quad (9)$$

$$\text{т.к. } v_B = 2 v_{H1}$$

$$U3(4); (5) \text{ и } (9): \frac{5 v_B RT}{V} = \frac{18}{11} \frac{v_B RT}{V} + P_{\text{атм.}}$$

$$\frac{37}{11} \frac{v_B RT}{V} = P_{\text{атм.}}$$

$$U3(1) \quad \frac{v_B RT}{V} = \frac{P_0}{240}, \text{ а из условия } T = \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{37}{11} \cdot \frac{P_0}{240} = T = \frac{37}{11} \cdot \frac{P_0}{2} \cdot \frac{5}{4} = P_{\text{атм.}}$$

$$P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{атм.}}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{v_B}{v_H} = 2 \quad 2) P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{атм.}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



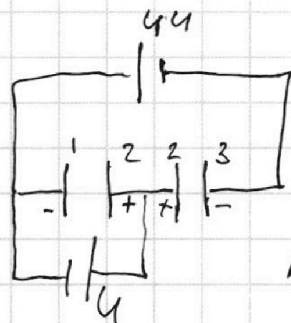
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



53

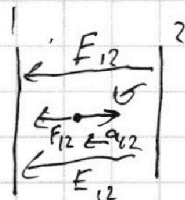
$d$   
 $U$   
 $q > 0$   
 $m$   
 $U_0$   
 $a_{12} - ?$   
 $k_1 - k_2 - ?$   
 $U - ?$

Пластины можно представить в виде двух последовательно соединённых конденсаторов.



Напряжение на конденсаторе  $U_{12} = U$

Напряжённость  $E_{12} = \frac{U}{d}$  между 1 и 2 пластинками.



$$F_{12} = q \cdot E_{12} = \frac{q \cdot U}{d}$$

П.З.Н.

$$F_{12} = m a_{12} = \frac{q \cdot U}{d}$$

$$a_{12} = \frac{q \cdot U}{m d}$$

$$U = U_{23} - U_{12}$$

$$U_{23} = 5U$$

Напряжение на 23

Найдём  $k_1 - k_2$

по 3.У.Э.

работа  $F_{12}$

$$-k_1 + k_2 = \int_{12} A_{F_{12}} = -F_{12} \cdot d = -\frac{q \cdot U}{d} \Rightarrow k_1 - k_2 = \frac{q \cdot U}{d}$$

Найдём  $U$

3.У.Э.

$$-\frac{m U_0^2}{2} + \frac{m U^2}{2} = A_{F_{12}} = -\frac{q \cdot U}{d} \cdot \frac{d}{3} = -\frac{q \cdot U}{3}$$

$$U = \sqrt{U_0^2 - \frac{2}{3} \frac{q \cdot U}{m}}$$

будет возможен и второй случай м. пр.

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

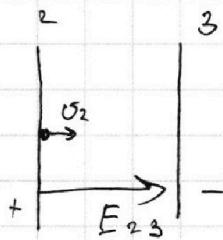
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



53. пр.

Частица не долетит до 3 пластины развернется и полетит назад.

Напряженность  $E_{23}$  между 2,3 =  $\frac{U_{23}}{2d} = \frac{5U}{2d}$



Частица не долетит до 3 пластины

если:  $k_2 < 5U \cdot q$

из 2) пункта  $k_2 = k_1 - q \cdot U$

$\frac{m v_0^2}{2} - q \cdot U < 5U \cdot q$

$v_0 < \sqrt{\frac{12 U q}{m}}$

При таком  $v_0$  частица развернется и вылетит через 2 с той-же скоростью  $v_0$  с которой в неё влетела, но обратно по направлению, то з.с. э.  $\Rightarrow$  её кин энергия будет =  $k_2$  на вылете из 2.

из 2) пункта  $\frac{m v^2}{2}$

Найдём скорость  $v$ :

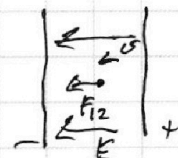
з.с.э.

$\frac{m v^2}{2} - k_2 = \frac{2}{3} q U$

$= \frac{2}{3} q U$ , т.к.  $k_2 = \frac{m v_0^2}{2} - q U$

$\frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} + q U = \frac{2}{3} q U \Rightarrow \frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{q U}{3}$

Итого  $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{q U}{m}}$  или пр.



аналогично первому случаю



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 checked="" 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!

53 пр.

Получаем ответ:

$$1) a_{12} = \frac{u \cdot g}{d \cdot m}$$

$$2) k_1 - k_2 = u \cdot g$$

$$3) \sqrt{u^2 - \frac{2}{3} \frac{u \cdot g}{m}} \quad \leftarrow \text{сторону 2 пластины}$$

$$\sqrt{u^2 - \frac{2}{3} \frac{u \cdot g}{m}} \quad \leftarrow \text{сторону 1 пластины, в случае,}$$

$$\text{когда } u < \sqrt{\frac{2u \cdot g}{m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

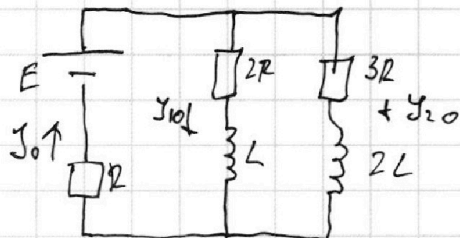
МФТИ

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



54.

До замыкания:



Расставим токи в цепи и применим правила Кирхгофа.

$$I_0 = I_{10} + I_{20}$$

Т.к. режим установившийся

скорость изменения токов на катушках равна 0  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  на напряжениях равны 0.

$\Downarrow$

$$2R \cdot I_{10} - 3R I_{20} = 0 \Rightarrow I_{20} = \frac{2}{3} I_{10}$$

$$\Downarrow$$

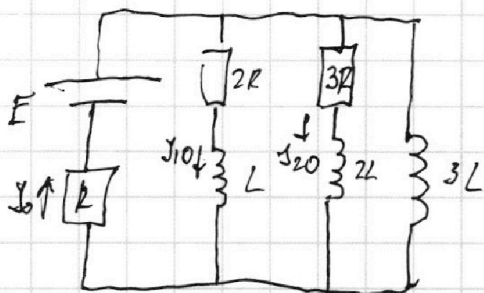
$$I_0 = \frac{5}{3} I_{10}$$

$$E = 2R \cdot I_{10} + I_0 R = \frac{11}{3} I_{10} R$$

$\Downarrow$

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

После замыкания:



Сразу после замыкания через  $2L$  и  $3R$  берется тот же ток  $I_{10}$ , а через  $3R$  и  $2L$   $I_{20}$ , через  $3L$  ток пока не идет.

$$\Downarrow$$

$$\text{Ток через } R: I_0 = I_{10} + I_{20} = \frac{5}{3} I_{10}$$

$$\Downarrow$$

$$E = I_0 R + \frac{3L dI_3}{dt}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{3L dI_3}{dt} = E - \frac{5}{11} E = \frac{6}{11} E$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

см. пр.

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

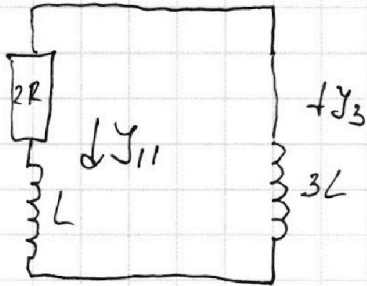
МФТИ

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



54 кр.

Рассмотрим контур:



$$0 = 3L \frac{dJ_3}{dt} - \frac{L dJ_{11}}{dt} - 2R J_{11}$$

$$J_{11} = \frac{dq_{11}}{dt}$$

$dq_{11}$  — заряд протекший через  $2R$ .

$$L dJ_{11} + 2R dq_{11} = 3L dJ_3 \quad (1)$$

Заметим, что в узлах. разности ток. не будет течь  
через  $2R$  и  $3R$ , а потечёт только через  $3L$ , т.к.  
на его пути не будет сопротивления.

проинтегрируем (1):  $L(0 - J_{10}) + 2(q_{11} - 0)R = 3L(J_3 - 0)$

$$q_{11} = \frac{1}{2R} (3L J_3 + L J_{10})$$

$J_3$  ток в узлах обвивается резистором через  $3L$  и  $R$

$$E = R \cdot J_3 \Rightarrow J_3 = \frac{E}{R}$$

$$q_{11} = \frac{1}{2R} \left( \frac{3L \cdot E}{R} + L \cdot \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R} \right) = \frac{3E}{2R^2} \left( 1 + \frac{1}{11} \right) = \frac{18}{11} \frac{E}{R^2}$$

Ответ: 1)  $J_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$ ; 2)  $\frac{dJ_3}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$ ; 3)  $q_{11} = \frac{18}{11} \frac{E}{R^2}$

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!



55.

$a = 194 \text{ см}$

$n_0 = 1$

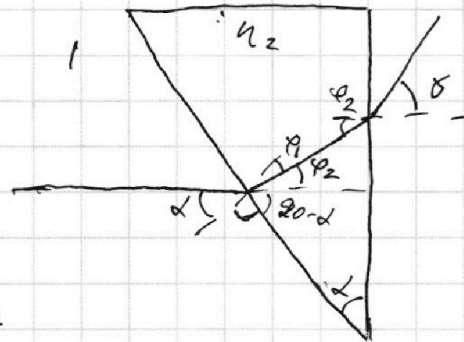
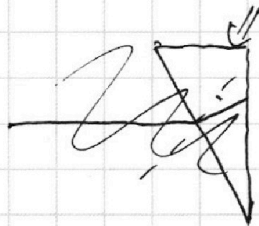
$d = 0,1$

$h = 9 \text{ см.}$

1)  $n_1 = n_0 = 1$   $\gamma - ?$

$n_2 = 1,7$

т.к.  $n_1 = n_0$  в линзе 1 лучи не преломятся,  $\Rightarrow$  её можно не учитывать.



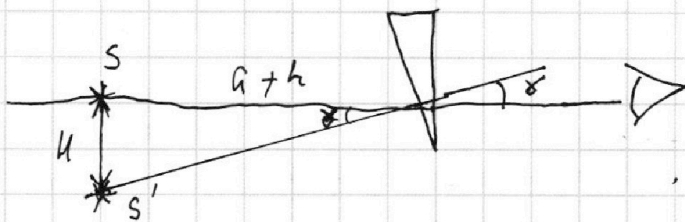
Закон Снелла:

$d = \rho_1 \cdot h_2$  ;  $\delta = \rho_2 \cdot h_2$

$90^\circ = \rho_1 + \rho_2 + 90^\circ - d \Rightarrow d = \frac{\delta}{n_2} + \frac{\delta}{n_2}$

$\delta = d(n_2 - 1) = 0,1 \cdot (1,7 - 1) = 0,07 \text{ рад}$

2) Теперь найдём расстояние  $u$  между источником и изображением  $S'$



т.к. угол  $\delta$  мал

$\tan \delta \approx \delta = \frac{h}{a+h}$

$u = (a+h) \delta = (194 + 9) \cdot 0,07 \approx 14,9 \text{ см}$

3) Найдём ~~как~~ ~~изменится~~ расстояние ~~до~~ предмета

~~от~~ расстояние от изображения до предмета если перед ним ~~поставят~~ пластинка ~~т.к.~~

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

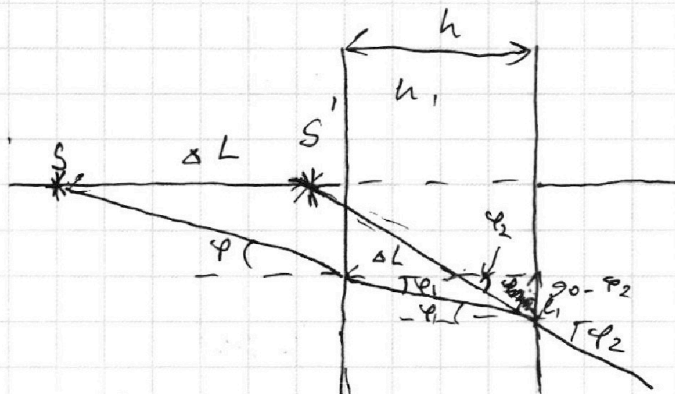
**МФТИ**

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



55 пр.

Призму  $n_1$  можно считать плоской, т.к.  $d \ll \text{мал.}$   
 $\Rightarrow$  угол между сторонами через которые  $e$  идет луч  
 можно считать  $\parallel$



$$\varphi = \varphi_1 \cdot n_1 \quad \varphi_1 = \frac{\varphi}{n_1}$$

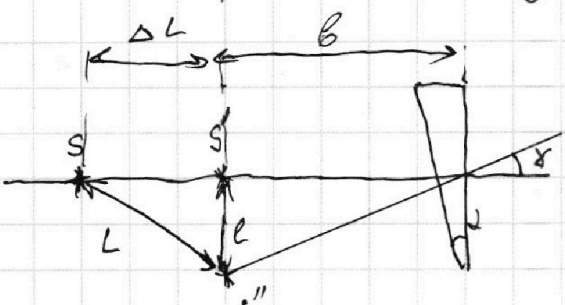
$$\varphi_2 = \varphi_1 \cdot n_1 = \varphi$$

луч пойдет параллельно, грани которой выходил из источника.

$$\varphi_1 = \frac{e_1}{h} = \frac{\varphi}{n_1} \quad ; \quad \varphi_2 = \varphi = \frac{e_1}{h - \Delta L}$$

$$\varphi = \frac{\varphi \cdot h}{n_1 (h - \Delta L)} \Rightarrow n_1 (h - \Delta L) = h \Rightarrow \Delta L = h - \frac{h}{n_1} = h \frac{n_1 - 1}{n_1} = \frac{9 \cdot 0,5}{1,5} = 3 \text{ см.}$$

Найдем расстояние изображения  $S''$  через  $n_2$



$$b = a + h - \Delta L = 194 + 9 - 3 = 200 \text{ см.}$$

Аналогично пункту 2)

$$l = \delta b = 0,07 \cdot 200 = 14 \text{ см}$$

$$\text{По т. Пифагора } L = \sqrt{\Delta L^2 + e^2} = \sqrt{205} \text{ см}$$

Ответ: 1)  $\delta = 0,07 \text{ рад}$ ; 2)  $l = 14,9 \text{ см}$ ; 3)  $L = \sqrt{205} \text{ см}$ .

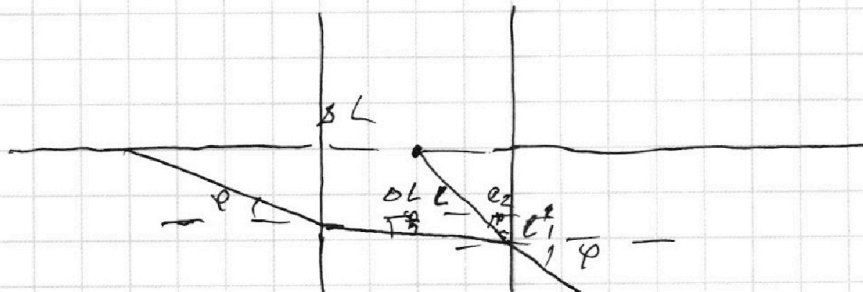
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{\varphi}{h} = \frac{l_1}{h} \Rightarrow \frac{\varphi}{h} = \frac{\varphi \cdot l_2}{h} \quad l_2 = \frac{h}{\varphi}$$

$$\varphi = \frac{l_1}{l_2}$$

$$\Delta L = h \cdot \left(1 - \frac{1}{\varphi}\right)$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

$$205 + \frac{5}{41}$$

$$196 + 9 = 205$$

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!



51.

$$F_k = 500 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{тр}} = k \cdot \Delta l.$$

$$F_{\text{comp}} = k \cdot \Delta l$$

$$k = \frac{500}{25} = 20$$

$$F_{\text{comp}} - F_{\text{тр}} = m \cdot a$$

$$\begin{array}{r} 203 \\ \times 149 \\ \hline 149 \\ 2030 \\ \hline 29947 \end{array}$$

$$-k \cdot \Delta l + F_{\text{тр}} = m \frac{d\Delta l}{dt}$$

$$A_{\text{тр}} = m \cdot k \cdot \Delta l - F_{\text{тр}}$$

$$\frac{d\Delta l}{dt} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

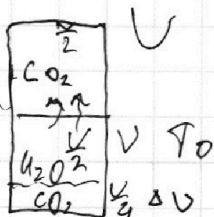
$$\begin{array}{r} 1800 \overline{) 4} \\ 16 \quad \overline{) 450} \\ \hline 20 \end{array}$$

$$-20 \cdot 20 + F_{\text{тр}} = 1800 \cdot 0,25$$

$$F_{\text{тр}} = -400 + \frac{1800}{4} = 50 \text{ Н.}$$

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot \Delta l}{dt} = F_{\text{тр}} \cdot \Delta l = 50 \cdot 20 = 1000 \text{ Вт.}$$

52



$$\frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ -13 \\ \hline 37 \end{array}$$

$$\frac{P_1 V}{2} = \nu_B R T$$

$$\frac{V_B}{V_{H_2}} = \frac{4}{2} = 2$$

$$\frac{P_2 V}{4} = \nu_{H_2} R T$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 5 \\ \hline 185 \end{array}$$

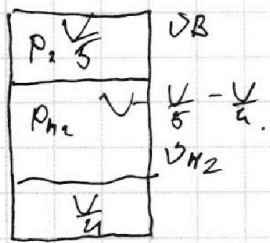
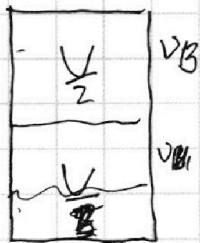
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$V_B = 2V_{H1}$$

$$V_{H2} = V_{H1} + \Delta V = V_{H1} + k V_{H1} RT = 2V_{H1}$$

$$\Delta V = k P_0 \cdot \frac{V}{4} \cdot \frac{1}{V_{H1} RT} = V_{H1}$$

$$P_2 \frac{V}{5} = V_B RT_0$$

$$\frac{V}{4} P_{HCO_2} = V_{H2} RT_0$$

$$P_{H_2O} = P_{ATM}$$

$$P_2 = P_{HCO_2} + P_{H_2O}$$

$$\frac{5}{V} V_B RT_0 = \frac{4}{V} V_B RT_0 + P_{ATM}$$

$$\frac{V_B RT_0}{V} = P_{ATM}$$

$$\frac{P_0 T_0}{2T} = P_{ATM}$$

$$P_0 \frac{V}{2} = V_B RT$$

$$\frac{VR}{V} = \frac{P_0}{2T}$$

$$\frac{P_0 \frac{V}{4 \cdot 2}}{V} = P_{ATM}$$

$$P_0 = \frac{8}{5} P_{ATM}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

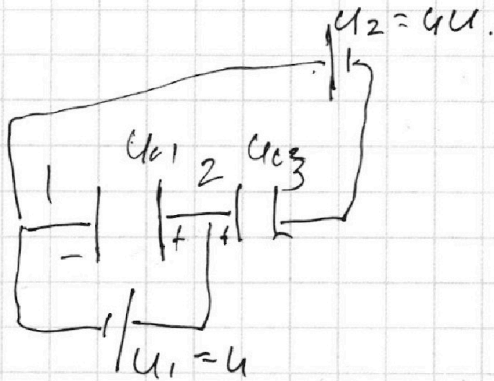
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



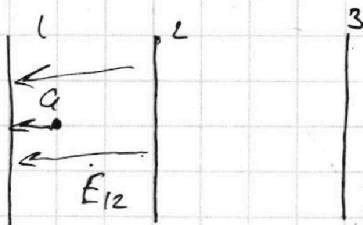
53.



$$U_{01} = U_1 = U$$

$$4U = -U_{01} + U_{02}$$

$$U_{02} = 5U$$



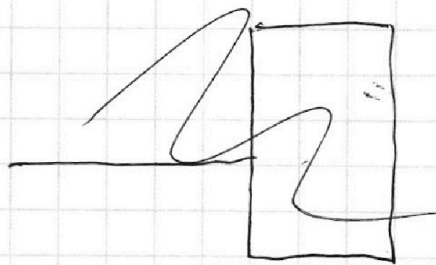
$$E_{12} = \frac{U}{d}$$

$$F_{12} \cdot q = F = ma = \frac{U}{d} \cdot q$$

$$a = \frac{U}{d} \cdot \frac{q}{m}$$

$$k_1 - k_2 = A \cdot q = -E_{12} \cdot q \cdot d = -\frac{U}{d} \cdot q \cdot d = -U \cdot q$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} - F_{12} q \cdot \frac{d}{3} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{U \cdot q}{3}$$



$$k = q \cdot U$$

$$k = \frac{1}{2} m v^2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

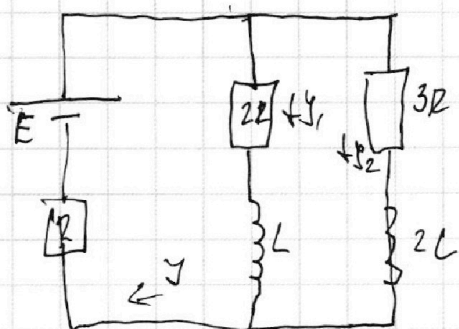
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



54.



$\Rightarrow$

$$E = 2I_1 \cdot R + I R$$

$$E - I R = 2R I_1$$

$$I_1 + I_2 = I$$

$$I_1 + \frac{2}{3} I_1 = I$$

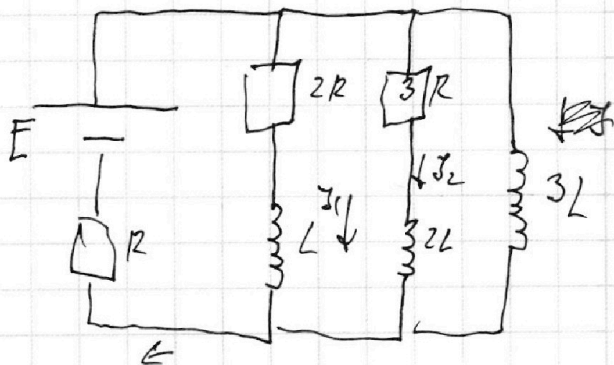
$$I = \frac{5}{3} I_1$$

$$E = \frac{5}{3} I R + I R$$

$$I = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

$$I_1 = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

$$I_2 = \frac{2}{11} \frac{E}{R}$$



$$E = \frac{3L dI_3}{dt} + I R$$

$$I = \frac{dq}{dt} \quad dt = \frac{dq}{I}$$

$$3L \frac{dI_3}{dt} = \frac{6}{11} \cdot E$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{11 \cdot L}$$

$$3L \cdot dI_3 = \frac{6}{11} E \cdot dq$$

$$3L \cdot \frac{dI_3}{dt} = -L \cdot \frac{dI_1}{dt} - I_1 \cdot 2R$$

$$3L \cdot dI_3 = -L dI_1 - 2R I_1 dt$$

$$3L \cdot (I_3 - 0) = -L(I_1 - 0) - 2R I_1 dt$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

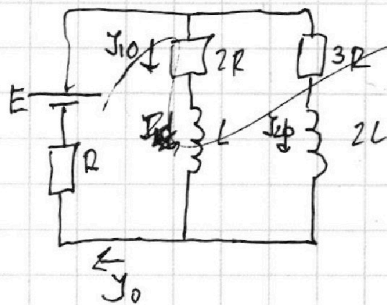


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



5 ч.

До замыкания:



Расставим токи в цепи и замкнем

Пр. Кирхгофа:

$$I_0 = I_{10} + I_{20}$$

$$2R \cdot I_{10} - 3R \cdot I_{20} = 0 \Rightarrow I_{20} = \frac{2}{3} I_{10}$$

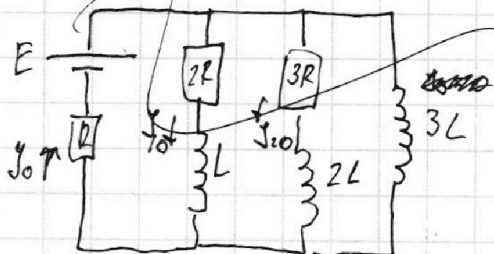
$$I_0 = \frac{5}{3} I_{10}$$

$$E = 2R \cdot I_{10} + I_0 R = \frac{13}{3} I_{10} R$$

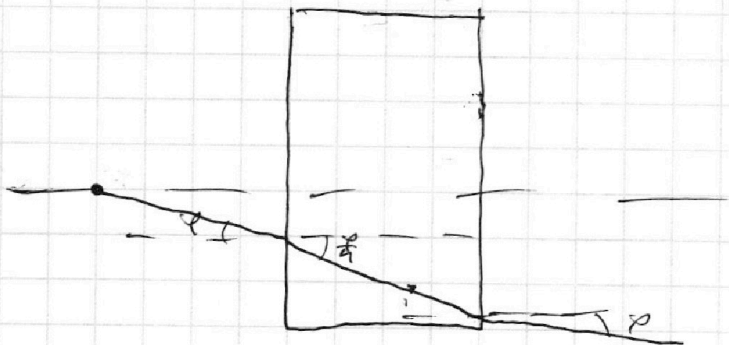
$$I_{10} = \frac{3}{13} \frac{E}{R} \Rightarrow I_{10} = \frac{9}{65} \frac{E}{R} = \frac{3}{20} \frac{E}{R}$$

$$E = 2R \cdot I_{10} + \frac{5}{3} I_{10} R \Rightarrow I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

После замыкания:



Сразу после замыкания через L и 2R ток остался I10  
Аналогично для 2L и 3R ток



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

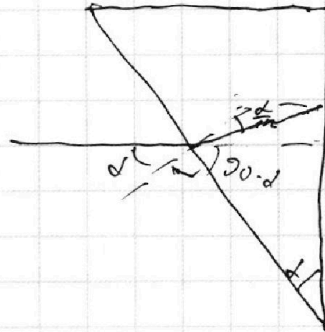
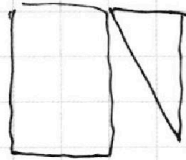
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



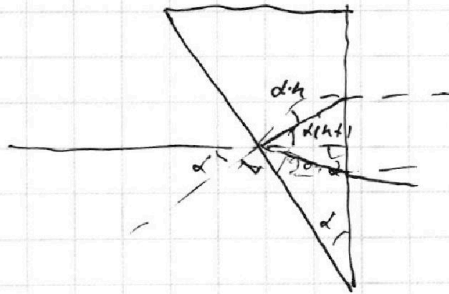
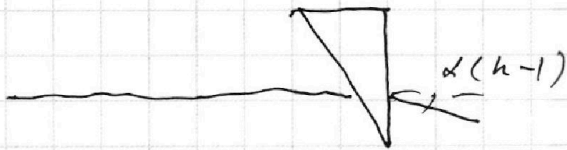
55.



$$90 = \frac{d}{n} + 90 - d + \delta$$

$$\rho = \frac{d}{n}$$

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



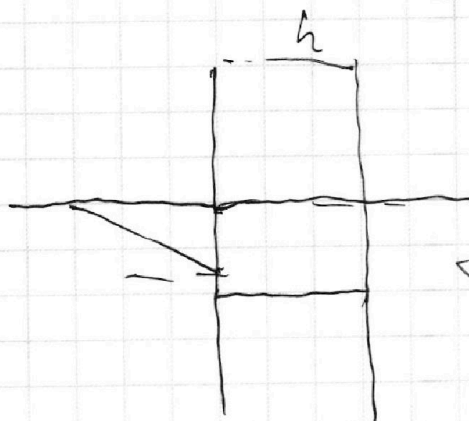
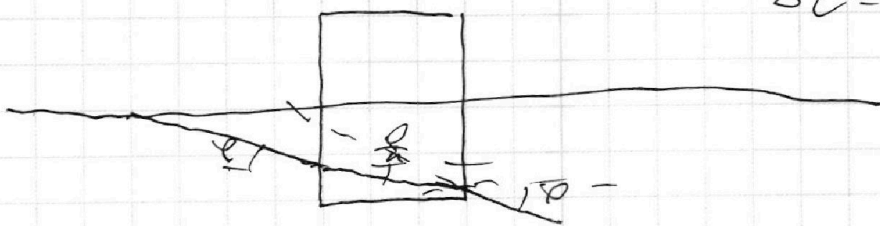
$$90 = \alpha \cdot n + 90 - \alpha + \delta$$

$$\delta = \alpha(n-1)$$

$$\alpha(n-1) \cdot n = \delta$$

$h$ .

$$\Delta L = \frac{1}{2} h \left( \frac{n-1}{n} \right)$$



$$\frac{d}{n} = \frac{c}{h}$$

$$d = \frac{c \cdot n}{h}$$

$$d = \frac{h \cdot c \cdot \rho}{\rho \cdot h}$$

$$c = \frac{\rho^2 \cdot h}{h}$$

