



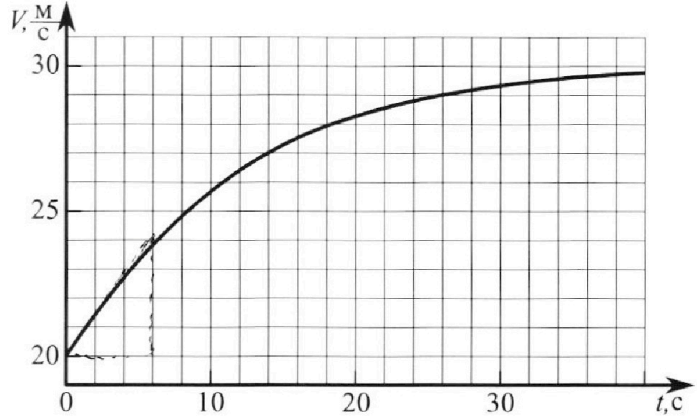
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  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  $F_k = 200$  Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.

2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

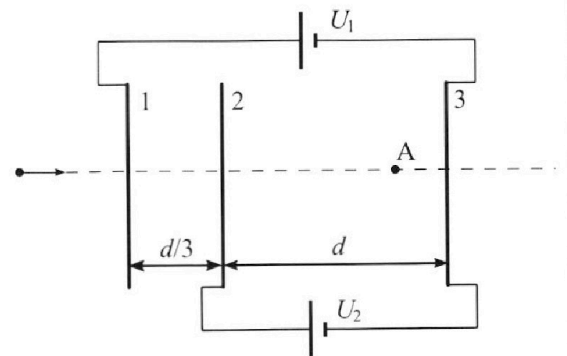
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/8$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . Объём 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 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  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 5U$  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  $3d/4$  от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

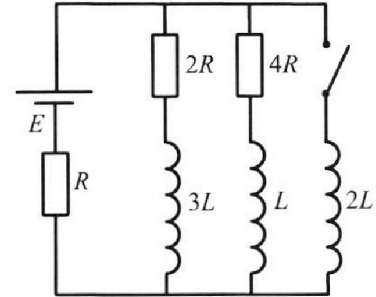
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



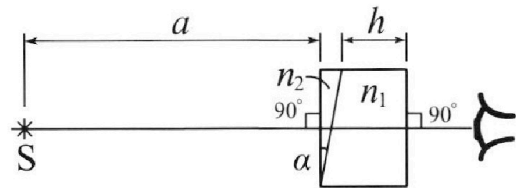
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  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  $a = 100$  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  $h = 14$  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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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:

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.

$$m = 240 \text{ кг}$$
$$F_k = 200 \text{ Н}$$

Дан график

- 1)  $a_0 = ?$
- 2)  $F_0 = ?$
- 3)  $n = \frac{P_{\text{сопротивл}}}{P} = ?$

$$1) a = \frac{dv}{dt} = \dot{v}$$

~~$a_0 \Rightarrow$  Произошло  $on v$  по ~~шт~~~~

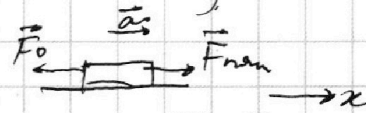
Углуби найди  $v$ , надо найти наклон  
этих касательных к графику.

Углуби графика:  $v_{01} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $v_{02} = 23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$t_{01} = 0 \text{ с}, t_{02} = 4 \text{ с} \quad a_0 = \frac{v_{02} - v_{01}}{t_{02} - t_{01}} = \frac{23 - 20}{4 - 0} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) В конце периода  $v \approx \text{const.} \Rightarrow F_{\text{тр}} = F_{\text{тяг}}$   
 $\Rightarrow F_{\text{тяг}} = F_k$  (т.е.  $F_{\text{тр}} =$  сила трения)

В начале  $\vec{F}_{\text{тяг}} + \vec{F}_0 = m\vec{a}_0$



$$x: F_{\text{тяг}} - F_0 = ma_0 \quad a_0 = \frac{F_{\text{тяг}} - F_0}{m} = \frac{F_k - F_0}{m}$$

$$F_0 = F_{\text{тяг}} - ma_0 = F_k - ma_0 = 200 - 240 \cdot 0,75 = 20 \text{ Н}$$

3)  ~~$P_{\text{сопротивл}} \approx F_0$ ,  $P \approx F_{\text{тяг}}$~~

3)  $P_{\text{сопротивл}} \sim F_0$ ,  $P \sim F_{\text{тяг}}$  ( $P_{\text{сопротивл}} =$  мощность  
силы сопротивления в начале)

$$n = \frac{P_{\text{сопротивл}}}{P} = \frac{F_0}{F_{\text{тяг}}} = \frac{20}{200} = 0,1$$

Ответ: 1)  $a_0 = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  2)  $F_0 = 20 \text{ Н}$  3)  $n = 0,1$



1  2  3  4  5  6  7

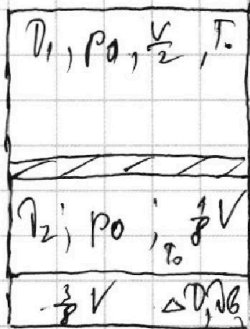
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N2.

В начале

идеальный  
проводящий  
поверхности

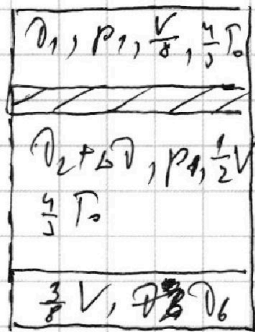


1) ~~Плотность паров~~  $p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$   
 $p_0 \cdot \frac{1}{8} V = \nu_2 R T_0$

$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4$

$\Delta D = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V = 3k p_0 \nu_2$   
 $= \frac{3}{8} k \cdot \delta \nu_2 R T_0 = 3k \delta \nu_2 R T_0$

2) В конце



Пренебрежим давлением воздуха над и под пленкой.  
 Поэтому  $p_1 = p_{\text{пар}} + p_2 + p_3$

Т.е.  $p_1 = p_{\text{пар}}$  (газ. воз. над пленкой при  $T = 573K$ ), а  $p_2$  - газ.  $CO_2$

$p_1 = p_{\text{пар}} + p_2$

$p_2 \frac{V}{2} = \frac{4}{3} (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0$

~~$p_1 = p_0$~~   $p_1 \cdot \frac{V}{8} = \frac{4}{3} \nu_1 R T_0$

$(p_{\text{пар}} + \frac{4}{3} \nu_2 (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0) = \frac{4}{3} p_1$

$(p_{\text{пар}} + \frac{4}{3} \nu_2 (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0) = \frac{4}{3} \cdot p_0 = 4 p_0$

$p_{\text{пар}} + \frac{4}{3} (3k R T_0 + 1) \cdot p_0 = 4 p_0$  (т.е.  $\nu_2 R T_0 = \frac{4}{3} R T_0 + \frac{4}{3} \nu_2 R T_0$ )

$p_{\text{пар}} + \frac{4}{3} p_0 (3k \cdot \frac{3}{8} T_0 + 1) = 4 p_0$

$p_0 = \frac{p_{\text{пар}}}{4 - \frac{1}{2} (3k T_0 + 1)} = \frac{p_{\text{пар}}}{4 - \frac{1}{2} (\frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3} + 1)} = \frac{p_{\text{пар}}}{2,55}$

Ответ: 1)  $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4$  2)  $p_0 = \frac{p_{\text{пар}}}{2,55}$



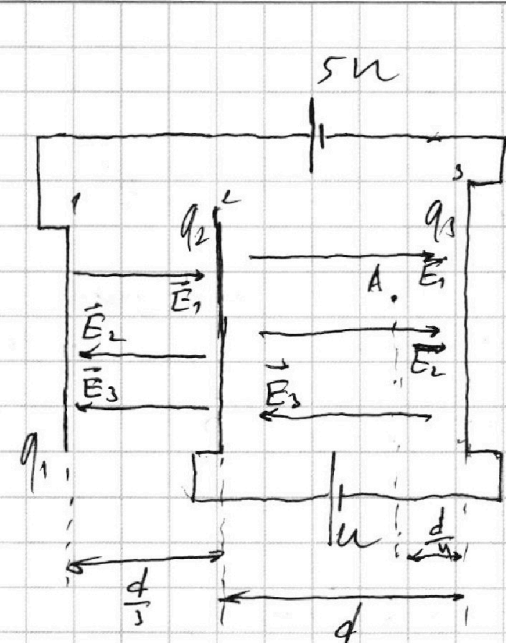
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



№3.

Пусть заряд / смон  $q_1$ ,  $q_2$  -  $q_2$ ,  $q_3$  -  $q_3$ ;  $E_1, E_2, E_3$  - векторы напряженности или потенциалы  
 $E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$ ;  $E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}$ ;  $E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$   
 $q_1 + q_2 + q_3 = 0$ , т.к. заряды не дано.

Разность потенциалов между 2 и 3  
 слоем равна  $U$ :

$$d \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d (E_1 + E_2 - E_3) \right) = U$$

$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) = U$$

Аналогично для 1 и 3, где разность потенциалов  $5U$

$$\frac{d}{3} (E_1 - E_2 - E_3) + d (E_1 + E_2 - E_3) = 5U$$

$$\frac{d}{6\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3) = 4U$$

$$\begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d} \\ q_1 - q_2 - q_3 = \frac{24U\epsilon_0 S}{d} \end{cases}$$

$$2q_1 = \frac{24U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_1 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d}$$

$$2q_3 = -\frac{24U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_3 = -\frac{12U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = -q_1 - q_3 = -\frac{12U\epsilon_0 S}{d} + \frac{12U\epsilon_0 S}{d} = 0$$

$$1) (E_1 + E_2 - E_3) q = m a_2$$

$$\left( \frac{6U}{d} + \left(-\frac{11U}{2d}\right) - \left(-\frac{U}{2d}\right) \right) q = m a_2$$

$$a_2 = \frac{Uq}{md}$$

$$2) (E_1 - E_2 - E_3) q \cdot \frac{d}{3} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

где  $v_0 = 0$ ,  $v_1 = v$

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!

2)  $(E_1 + E_2 - E_3) q d = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$  - закон сохранения энергии  
энергия от 2 к 3 сегмента.

Как надо найти  $\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{U q d}{d} = U q$

3)  $(E_1 - E_2 - E_3) q \frac{d}{3} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \left( \frac{6U}{d} + \frac{11U}{2d} + \frac{U}{2d} \right) q \frac{d}{3} = 4Uq$$

$$(E_1 + E_2 - E_3) q \frac{3d}{4} = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\frac{3}{4} Uq = \frac{m v_A^2}{2} - 4Uq \quad v_A^2 \rightarrow 4,75 Uq$$

$$v_A^2 = \frac{9,5 Uq}{m}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2m}}$$

Ответ: 1)  $a_{12} = \frac{Uq}{md}$  2)  $E_{k3} - E_{k2} = Uq, 3) v_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2m}}$

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!



$$\Delta Q = I_1 R + I_2 R + I_3 \cdot 4R = \frac{11}{3} I_3 R +$$
$$+ \frac{2}{3} I_3 \cdot 2R + 2 I_3 \cdot 4R = \frac{34}{3} I_3 R = 13 I_3 R.$$

$$E_{\text{пот}} = \Delta W + Q$$

$$W_2 = \frac{L I_1^2}{2} + \frac{3L I_3^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{32L I^2}{2}, \text{ где } I = \frac{E}{R}$$

Answer: 1)  $I_{02} = \frac{E}{2R}$  2)  $I_3 = \frac{2E}{7L}$

$$Q = \int_0^I 13 I_3 R dI_3 = 13 \frac{I_3^2}{2} R \Big|_0^I =$$

$$= \frac{13}{2} \frac{E^2}{R} = \frac{13}{2} \frac{E^2}{R}$$

Answer: 1)  $I_{02} = \frac{E}{2R}$  2)  $I_3 = \frac{2E}{7L}$



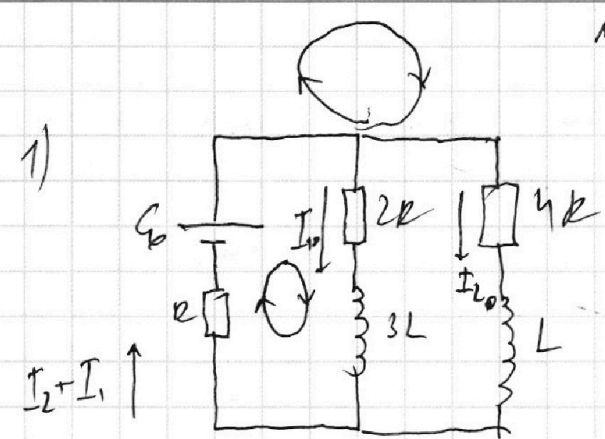
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Установившиеся режимы,  $U_L = U_{3L} = 0$ .

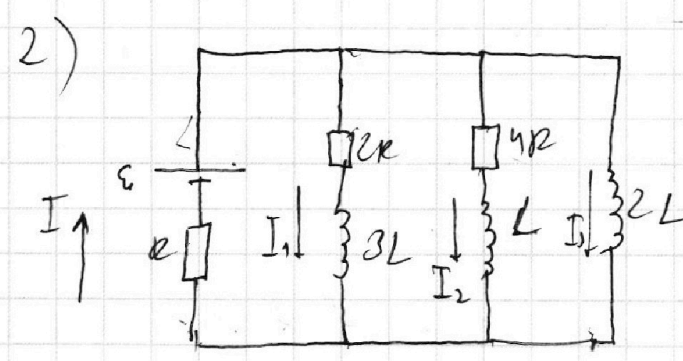
Кирхгоф:

$$E_0 = I_{10} \cdot 2k + (I_{10} + I_{20})k$$

$$E_0 = I_{20} \cdot 4k + (I_{10} + I_{20})k$$

$$I_{10}k = \frac{E_0 - I_{20}k}{3}; E_0 = 5I_{20}k + \frac{E_0 - I_{20}k}{3}$$

$$3E_0 = 15I_{20}k + E_0 - I_{20}k \Rightarrow I_{20} = \frac{E_0}{4k}; I_{10} = \frac{2E_0}{4k}; I_3 = \frac{3E_0}{4k}$$



Сразу после замыкания тока в контуре резистор не меняется

Кирхгоф для контура с  $E_0$  и катушкой  $2L$ :

$$E_0 = 2L \dot{I}_3 + I_3k$$

$$\dot{I}_3 = \frac{E_0 - I_3k}{2L} \Rightarrow \dot{I}_3 = \frac{E_0}{2L} \Rightarrow I_3 = \frac{2E_0}{4L}$$

~~3) Записать 3 ур-ние из Кирхгофа~~  
 3) 3 ур-ние из Кирхгофа для установившегося режима

$$E_0 = 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)k$$

$$E_0 = 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)k$$

$$E_0 = L \cdot \frac{dI_2}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)k$$

Отсюда  $3I_1 = 2I_3 = I_2$   
 в любой момент времени  
 $3I_1 = 2I_3 = I_2$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

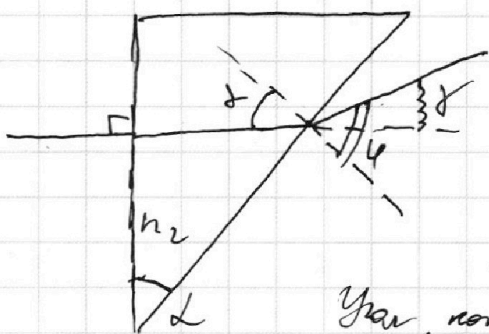
**МФТИ**

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



№ 5.

- 1) П.к.  $n_1 \geq n_2 \geq 1$ , можно считать, что лучи с п.ч.  $n_2$   $tg \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ , п.к.  $\alpha$  - м.м.



$$n_2 \sin \alpha \geq n_1 \sin \alpha'$$

$$\alpha' \approx \arcsin\left(\frac{n_2 \sin \alpha}{n_1}\right) \approx \arcsin(0,17)$$

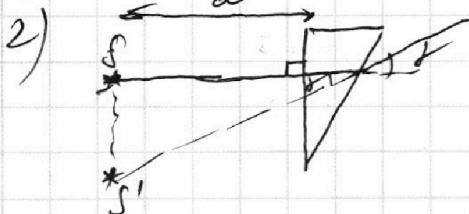
Угол, который нам надо найти -  $\delta$ .

$$\delta = \alpha - \alpha' \approx \alpha - \arcsin(0,17) - 0,1 = \delta \approx 0,07$$

(малый угол)

прямой, все небольшие

- 2) ~~Можно найти угол  $\delta$  между  $SS'$  и  $SS_1$  с помощью геометрии.~~

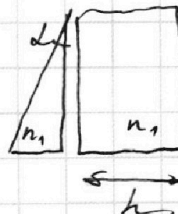


$S_1$  - изображение.

$$SS_1 \approx a \cdot tg \delta \approx 100 \cdot 0,07 = 7 \text{ см}$$

- 3) Разделим луч на 2 (вектора воздушного давления с максимумом).

~~Луч с  $n_2 \geq 1,7$  повернет нам  $\alpha$  на угол  $\alpha'$  и  $\delta$  из пункта 1.~~



Луч с  $n_2 \geq 1,7$  с  $\alpha$  перевернет изображение относительно поверхности на  $SS_1, 27 \text{ см}$

В треугольнике  $SS_1S_2$  с показателями преломления  $n_1$ ,  $n_2$  перевернем наше изображение  $S_1$  вверх все  $h = (n_2 - 1) \cdot d = 0,4 \cdot 0,2 = 0,08$



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!

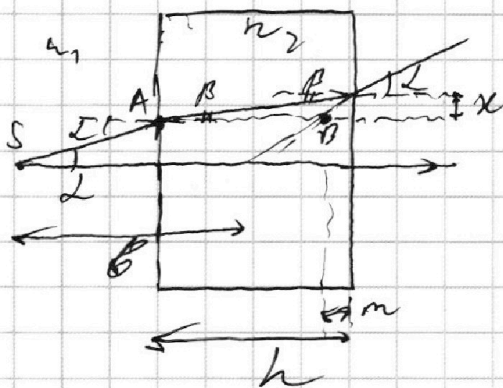


№5.

на  $h = a \cdot \operatorname{tg} \beta = 100 \cdot 0,04 = 4 \text{ м}$

~~П.с. от неизвестна~~ ~~изобразим~~ ~~будет~~ ~~не~~ ~~расс.~~ ~~с~~ ~~20~~ ~~3~~ ~~м~~ ~~от~~ ~~прямая~~

Зачем решать задачу маленького масштаба? Рассмотрим пока одну задачу.



$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta; n_1 \alpha = n_2 \beta$

Найдём отношение углов или углов (используем  $b$ ).

$b \geq \beta = \frac{n_1}{n_2}; \alpha \geq \frac{n_1}{n_2}$

$\beta \geq b = h - m =$

$= h - \frac{\beta h}{\alpha} = h - \frac{n_1}{n_2} h = h \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)$  с учётом,

что  $n_2 > 1$  (воздух) получим  $b \geq h \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$

Для нашего случая  $b \geq 100 \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) = 4 \text{ м}$ .

Нам не расс.  $K$  от  $\Gamma$  до  $K$  конечного

удовно  $K = \sqrt{b^2 + h^2} = \sqrt{4^2 + 100^2} = 5 \text{ м}$

Ответы: 1)  $\beta = 0,04$  2)  $SA = 4 \text{ м}$ ; 3)  $K = 5 \text{ м}$





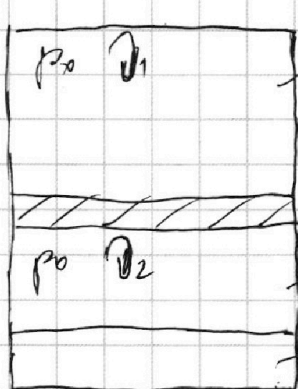
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

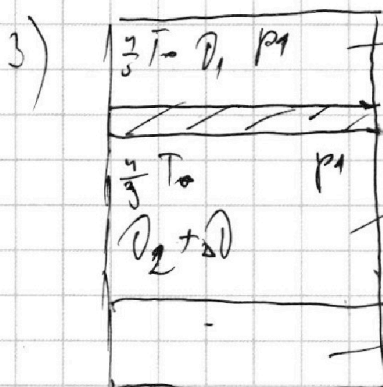
МФТИ

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



$\frac{V}{2} \Rightarrow \rho_0 \frac{V}{2} = \rho_1 k T_0$   $\eta = \frac{\rho_1}{\rho_2}$   
 ~~$\rho_0 \frac{V}{8} = \rho_2 k T_0$~~   $\frac{V}{2} \rho_2 k T_0$   
 ~~$\rho_0 \frac{V}{8} = \rho_2 k T_0$~~

2)  $\delta \rho = k \rho_0 \frac{3V}{8} = 3k \rho_0 \frac{V}{8}$

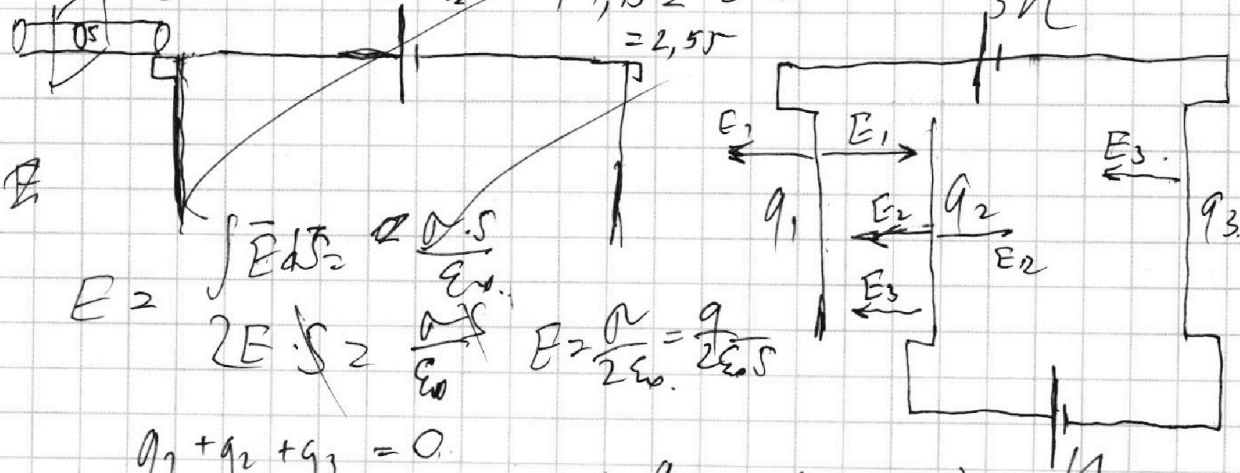


$\frac{V}{8} = \frac{4}{3} T_0 \cdot k \cdot \rho_1 \Rightarrow \rho_1 = \frac{3}{4} \frac{V}{k T_0}$   
 $\rho_1 = \frac{24}{5} \cdot \rho_0$   
 $\rho_1 = \rho_{\text{пар}} + \rho_2$   
 $\frac{1}{2} \frac{V}{8} = \frac{4}{3} \rho_2 k T_0 \Rightarrow \rho_2 = \frac{3}{8} \frac{V}{k T_0}$   
 $\rho_1 = \frac{24}{5} \rho_0 = \frac{3}{8} \frac{V}{k T_0} + \rho_2$

$(\rho_{\text{пар}} + \frac{3}{8} \rho_2 (3k k T_0 + 1) k T_0) \frac{V}{8} = \frac{4}{3} \rho_1 k T_0 = \frac{4}{3} \rho_0 V$

$\rho_{\text{пар}} + \frac{3}{8} \rho_2 \rho_0 (3k k T_0 + 1) k T_0 = \rho_{\text{пар}} + \frac{2}{5} \frac{\rho_0}{k T_0} +$

$\frac{3}{8} \rho_2 \rho_0 (3k k T_0 + 1) k T_0 = \frac{2}{5} \frac{\rho_0}{k T_0}$   
 $\frac{3}{8} \rho_2 (3k k T_0 + 1) k T_0 = \frac{2}{5} \frac{1}{k T_0}$   
 $\frac{3}{8} \rho_2 (3k k T_0 + 1) k T_0 = \frac{2}{5} \frac{1}{k T_0}$   
 $\frac{3}{8} \rho_2 (3k k T_0 + 1) k T_0 = \frac{2}{5} \frac{1}{k T_0}$



$E = \int \vec{E} dS = \frac{q_1}{\epsilon_0 S}$   
 $2E \cdot S = \frac{q_1}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$

$q_1 + q_2 + q_3 = 0$   
 $F = m \cdot z \cdot E \cdot q = q \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right)$

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!



~~$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_3}{dt} + IR$~~   $\mathcal{E} = 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} + IR(I_1 + I_2 + I_3)$

~~$IR + 3L \frac{dI_2}{dt} = I_2 \cdot 4R +$~~   $I_1 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} =$   
 $= I_2 \cdot 4R + L \frac{dI_2}{dt}$

~~$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_3}{dt} + IR$~~   
 $I_1 R = L \ddot{q}_2 - 3L \ddot{q}_1 + I_2 \cdot 4R = I_2 \cdot 4R - 3L \ddot{q}_1 + 2L \ddot{q}_3$

~~$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_3}{dt}$~~   $I_3 \cdot 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} = 2L \frac{dI_1}{dt} - L \frac{dI_2}{dt}$

~~$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_3}{dt} + IR$~~   $I_4 \cdot 2R = 2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2 - 3L \ddot{q}_1$   
 ~~$I_2 \cdot 4R = L \ddot{q}_2 +$~~

~~$\mathcal{E} = I_2 \cdot 4R + L \ddot{q}_2 + L \ddot{q}_1 - 3L \ddot{q}_1 + I_2 \cdot 4R +$~~   
 ~~$+ 2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2 = \frac{3}{2} (2L \ddot{q}_2 - L \ddot{q}_2) +$~~   
 ~~$+ \frac{L \ddot{q}_2}{4}$~~

~~$\mathcal{E} = 2L \ddot{q}_3 + \frac{2L \ddot{q}_3 - 3L \ddot{q}_1 + 2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2}{4} +$~~   
 ~~$+ IR \ddot{q}_2$~~   $I_1 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 4R$   
 ~~$I_2 2R + I_3 4R = 3L \frac{dI_1}{dt}$~~

~~$\frac{dI_1}{dt} \cdot 3L - 2L I_2 = 0$~~   $3 dI_3 = 2 dI_1$   
 ~~$\frac{dI_1}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} = 0$~~   
 $3I_1 = 2I_3$   $2L I_3 - I_2 = 0 \quad I_2 = 2I_3$



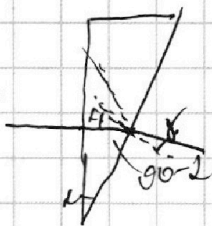
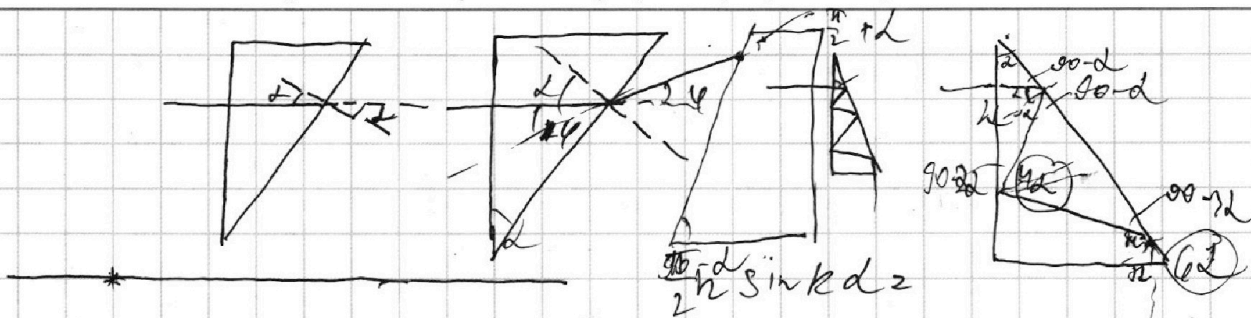
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$d = 5,5 \pm 0,5$

$\sin \gamma = 0,17$

$\sqrt{1 - 0,17^2}$

$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \gamma$

$\sin \gamma =$

$\gamma = \alpha \quad \sin \gamma = \frac{n_2 \sin \alpha}{n_1} = \frac{n_2 d}{n_1 a}$

$\gamma = \arcsin(0,17) = 0,17$

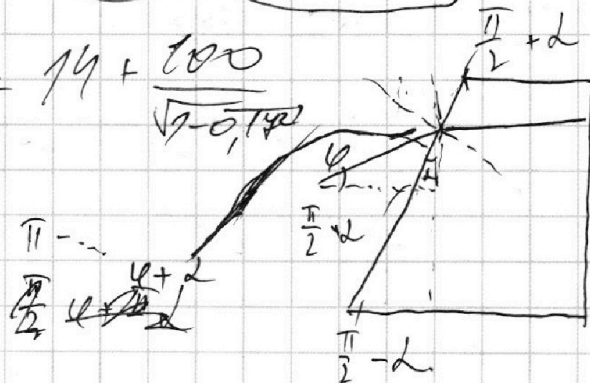
$\cos \alpha = \frac{a}{n}$

$n = \frac{a}{\cos \alpha}$

Eq  $\frac{d}{a} = \frac{n_2 \sin \alpha}{n_1} = \frac{a}{n_1} \frac{\sin \alpha}{a} = \frac{1}{n_1} \frac{a}{\cos \alpha} \sin \alpha = \frac{1}{n_1} \tan \alpha$

Eq  $q d = \frac{n_2 v_2^2}{2} - \frac{a v_1^2}{2}$

$\frac{n v_1^2}{2} = \left( \frac{6v_1}{d} + \frac{11v_1}{2d} \right)$



$\mathcal{L} \rightarrow \mathcal{I} R$

$2 \mathcal{L} \ddot{q}_3 = \mathcal{L} \ddot{q}_2 + \mathcal{I}_2 \ddot{\varphi}$

$\mathcal{G} = 2 \mathcal{L} \ddot{q}_3 + (\mathcal{I}_1 R + \mathcal{I}_2 + \mathcal{I}_3) \ddot{\varphi}$

Eq  $q \ddot{q}_3 = \Delta W + \mathcal{I} R$

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

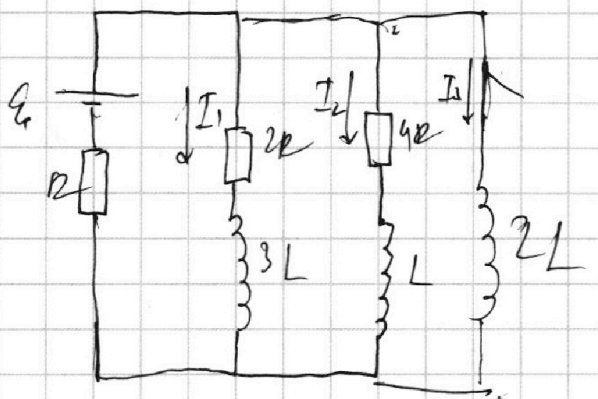
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$(E_1 - E_2 - E_3) q = \max$  ~~max~~  
 $2a \frac{dI}{dt} = U_1 - U_0$

$I_{01} = \frac{E_0 - \frac{E_0}{7}}{3R} = \frac{6E_0}{7}$

н/ч.



$E_0 = I_1 \cdot 2R + I R$   
 $E_0 = I_2 \cdot 4R + I R$   
 $I_2 = I_1 + I_3$

$2E_0 = I_1 \cdot 2R + I_2 \cdot 4R + I R$   
 $2E_0 = 2I_1 R + 2I_2 R + I R$

$E_0 = I_1 \cdot 2R + (I_1 + I_2) R$

$E_0 = I_2 \cdot 4R + I_1 R$

$E_0 = 2E_0 - 3E_0 - 15I_2 R + I_2 R$

$I_1 = \frac{E_0}{R} - I_2$

$2E_0 = 19I_2 R$ ;  $I_2 = \frac{1}{7} \frac{E_0}{R}$ ;  $I_1 = \frac{E_0}{R} - \frac{5}{7} \frac{E_0}{R} = \frac{2E_0}{7R}$

$I_{2L} = ?$

$E_0 = I_2 R + 2L \frac{dI_2}{dt} + I_2 R$

$E_0 = I_1 \cdot 2R + E_0 - I_0 R = \frac{I_0}{2L} = \frac{E_0 - \frac{2E_0}{7}}{2L}$

$= \frac{5E_0}{49L}$

$E_0 = 2L \frac{dI_0}{dt} + I_0 R$

$E_0 = 2L \frac{dI_2}{dt} + I_2 R$

$E_0 = 3L \frac{dI_3}{dt} + I_3 R$

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

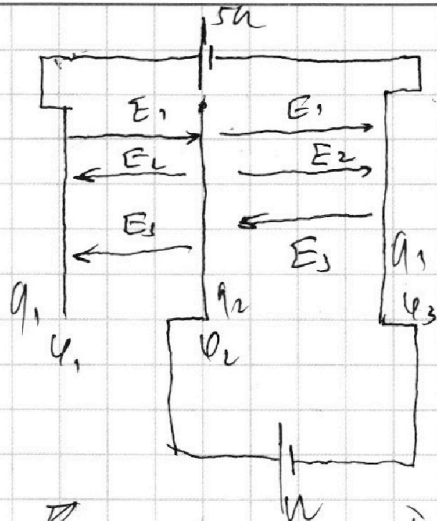
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$U = U_2 - U_3 = \int d\Sigma E =$$

$$d \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) ?$$

$$U_1 - U_2 + U_2 - U_3 =$$

$$= \frac{d}{S} \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \neq U = 5U$$

$E_1$   
напряжения  
~~U1~~

$$d \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$12 q_1 + 12 q_2 - 12 q_3 = q_1 - q_2 - q_3 \quad | \cdot \frac{1}{11}$$

$$\begin{cases} 11 q_1 + 13 q_2 - 11 q_3 = 0 \\ 11 q_1 + 11 q_2 + 11 q_3 = 0 \end{cases}$$

$$\frac{U}{d} \cdot 2\epsilon_0 S = 2 q_1 + q_2 - q_3$$

$$\frac{4U}{d} \cdot 2\epsilon_0 S = q_1 - q_2 - q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad q_1 = \frac{12 U \epsilon_0 S}{d}$$

$$26 \frac{U \epsilon_0 S}{d} = 2 q_1 - 2 q_3$$

$$\frac{2 U \epsilon_0 S}{d} = \frac{U \epsilon_0 S}{d} = 2 q_3 \quad q_2 = \dots$$

$$|E| = mE = (E_1 + E_2 - E_3) q$$



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"/>

 МФТИ

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



$$+ \frac{2}{5} I_3 \cdot 2R + 2 I_3 \cdot 4R = Q$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 3 I_3 + \frac{2}{5} I_3 = I_3 \cdot \frac{11}{5}$$

$$\frac{13}{5} + \frac{24}{3} = \frac{34}{3}$$

$$E_0 = I_3 \cdot R$$

$$\frac{11}{5} + \frac{4}{3} \neq \frac{24}{3} = \frac{34}{3} = 13$$

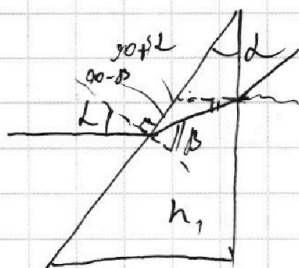
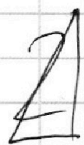
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

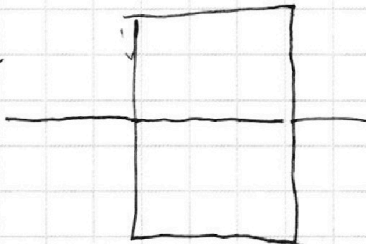
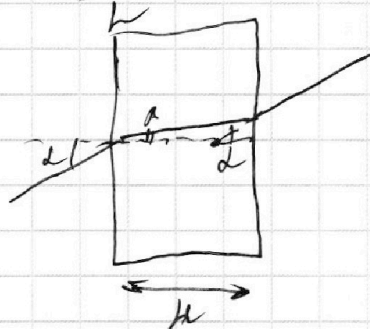
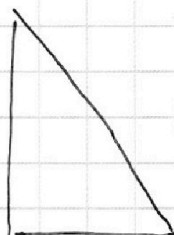
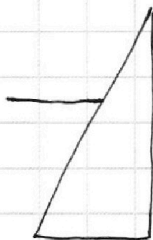
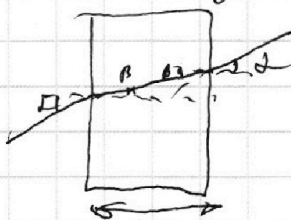
$$n_1 h = a \cdot \tan \beta =$$

$$(n_1 - 1) d = 0,11 \cdot 0,11$$

$$0,04$$

$$d = 0,04$$

$$2a \tan \alpha$$

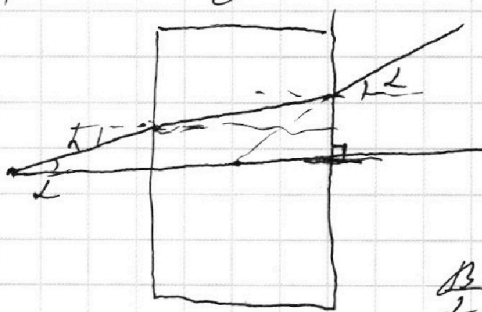
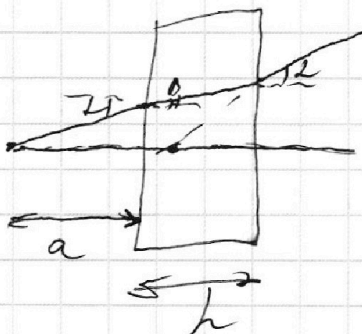


$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2}$$

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

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_1 d = h \sin \beta \quad \beta = \frac{n_1}{n_2}$$



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

$$d = \frac{h \sin \beta}{n_2}$$

$$\beta = \frac{n_1}{n_2} \quad d = \frac{h}{n_2}$$

$$h - n_2 d = h - \frac{\beta h}{d} = h - \frac{n_1 h}{n_2}$$

$$2h$$

