



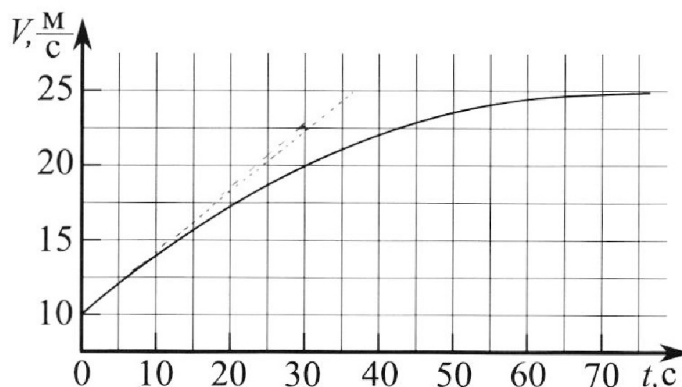
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой  $m = 1500$  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  $F_k = 600$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

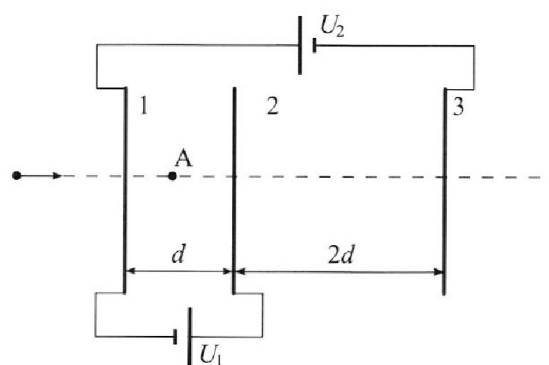
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{атм}}/2$  ( $P_{\text{атм}}$  - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta n$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta n = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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 отношение конечной и начальной температур в сосуде  $T/T_0$ .

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  $U_2 = 3U$ . 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 A на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

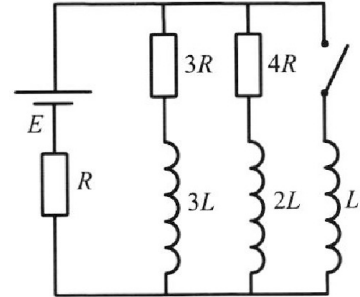
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



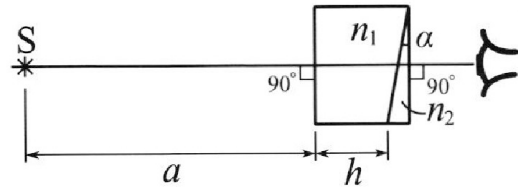
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Отв еты 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  $a = 90$  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  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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                        |
| <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!

№1.1) Построив касательную к графику  $v(t)$  при  $t=0$  с найдем ускорение автомобиля как тангенс угла наклона графика

т.к.  $a = \frac{dv}{dt}$   $a$  - ускорение автомобиля

на графике одна клетка по оси  $OV$  это  $\frac{25-20}{2} \frac{м/с}{с} = 2,5 \frac{м/с}{с}$

одна клетка по оси  $ot$   $\frac{10-0}{2} = 5с.$

касательное ускорение  $a_0 = \frac{22,5 \frac{м/с}{с} - 10 \frac{м/с}{с}}{30с} = \frac{12,5 \frac{м/с}{с}}{30} =$

$= \frac{50 \cdot \frac{1}{30} \frac{м/с}{с}}{4} = \frac{5}{12} \frac{м/с^2}{с} \approx 0,4167$

2) по графику при  $t=75с$   $a \approx 0$  т.е. сила тяги двигателя и сила сопротивления воздуха почти уравновешены

$k$  - коэф. пропорциональности силы сопротивления воздуха и скорости

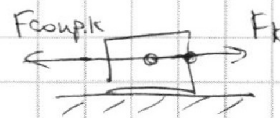
$V_k$  - скорость при  $t=75с$ .  $V_k = 25 \frac{м/с}{с}$  из графика  $v(t)$

$F_{сопр.k}$  - сила сопротивления воздуха при  $t=75с$ .

2-ой 3-й Ньютон:

$ma \approx 0 = F_k - F_{сопр.k} = F_k - kV_k$

$F_k \approx kV_k$   $k = \frac{F_k}{V_k} = \frac{600Н}{25 \frac{м/с}{с}} = 24 \frac{Н \cdot с}{м}$



2-ой закон Ньютона для начала движения

$ma_0 = F_0 - F_{сопр.0} = F_0 - kV_0$



где  $F_{сопр.0}$  - касательная сила сопротивления воздуха

$V_0$  - начальная ск-ть автомобиля из графика  $V_0 = 10 \frac{м/с}{с}$

$F_0 = ma_0 + kV_0 = 1500кг \cdot \frac{5}{12} \frac{м/с^2}{с} + 24 \frac{Н \cdot с}{м} \cdot 10 \frac{м/с}{с} = 625Н + 240Н = 865Н$

3)  $P_0$  - мощность, развиваемая силой  $F_0 \Rightarrow P_0 = F_0 \cdot V_0 = 865Н \cdot 10 \frac{м/с}{с} = 8650 \frac{Вт}{с}$

Ответ:  $a_0 = 0,417 \frac{м/с^2}{с}$   $F_0 = 865Н$   $P_0 = 8650 \frac{Вт}{с}$  ( $a_0 = \frac{5}{12} \frac{м/с^2}{с}$ )

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"/> |

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

МФТИ



н2. 1) в начале сосуд разделен на две равные части ~~и~~  
объемом  $V$

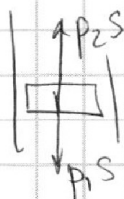
$V_1$  - начальный объем  $\text{He}$

$V_2$  - начальный объем  $\text{CO}_2$

$w$  - объем воды =  $\frac{V}{4}$

Тогда  $V_1 = w + V_2 = \frac{V}{2}$

$V_2 = \frac{V}{2} - \frac{w}{2} = \frac{V}{2} - \frac{V}{8} = \frac{3V}{8}$



$S$  - площадь поверхности поршня  
в равновесии ускорение  
поршня 0 т.е.

$p_1 S - p_2 S = 0 \quad p_1 = p_2$  т.е.  
давления сверху и

снизу поршня равны, а т.к.  
жидкая вода всегда на дне то

$p_{\text{He}} = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}$

где  $p_{\text{He}} = p_{\text{CO}_2}$  где  $p_{\text{He}} \quad p_{\text{CO}_2} \quad p_{\text{H}_2\text{O}}$  - давления соответствующих  
веществ

В начале  $p_{\text{H}_2\text{O}}$  пренебрежимо  $\Rightarrow p_{\text{He}} = p_{\text{CO}_2} = p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$

$\nu_1$  - кол-во в-ва  $\text{He}$

$\nu_2$  - начальное кол-во в-ва  $\text{CO}_2$  в газообразном состоянии

УМК:

$p_0 \cdot V_1 = \nu_1 R T_0 \quad p_0 V_2 = \nu_2 R T_0$

$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{3V}{8}} = 2$

2) после нагрева в конце весь  $\text{CO}_2$  в газообразном состоянии  $\Rightarrow$  его кол-во

в-ва  $\nu_3 = \nu_2 + k p_0 \cdot w = \nu_2 + k p_0 \frac{V}{4}$

объем  $\text{He} \quad V_1'$  объем  $\text{CO}_2$  с парами воды  $V_2'$

$V_1' = \frac{V}{5} \quad V_2' = V - V_1' - w = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$

$p_{\text{He}} \quad p_{\text{CO}_2} \quad p_{\text{H}_2\text{O}}$  - парциальные давления газов после нагрева

$p_{\text{He}} = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}$  при  $T = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$   $p_{\text{H}_2\text{O}} = p_{\text{атм}} = 2 p_0$  т.к. вода не испарилась вся т.е. пар насыщенный

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!



УМК:

$$p_{He}^i \cdot V_1^i = \nu_1 \cdot RT \quad p_{CO_2}^i \cdot V_2^i = \nu_2 \cdot RT$$

$$p_{He}^i = 2RT$$

$$\frac{p_{He}^i \cdot V}{RT} = \nu_1 = \frac{p_0 \cdot \frac{V}{2}}{RT_0} \quad p_{He}^i = \frac{5}{2} \cdot p_0 \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$p_{CO_2}^i = \frac{20 \left( \frac{V}{2} + k p_0 \frac{V}{4} \right) RT}{11 \cdot V} = \frac{20 RT \left( k p_0 \frac{V}{4} + \frac{p_0 \cdot \frac{V}{4}}{RT_0} \right)}{11 \cdot V} = \frac{20}{11} \frac{5}{11} (k p_0 RT + p_0 \frac{T}{T_0})$$

$$p_{He}^i = p_{CO_2}^i + p_{H_2O}^i$$

$$\frac{5}{2} p_0 \frac{T}{T_0} = \frac{5}{11} (k p_0 RT + p_0 \frac{T}{T_0}) + 2 p_0$$

$$\frac{T}{T_0} = \alpha \quad 2,5\alpha = \frac{5}{11} kRT + 2 + \frac{5}{11} \alpha$$

$$\alpha = \frac{\frac{5}{11} kRT + 2}{\frac{5}{2} - \frac{5}{11}} = \frac{1,5 \cdot \frac{5}{11} + 2}{\frac{5}{2} - \frac{5}{11}} = \frac{7,5 + 22}{\frac{55}{2} - 5} =$$

$$= \frac{29,5}{22,5} = \frac{59}{45}$$

Ответ:  $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2 \quad \alpha = \frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

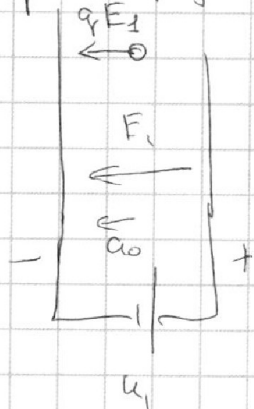
|                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



3) 1) размеры сеток сильно больше  $d \Rightarrow$  сетки - пластины конденсаторов  
 $E_z$  - напряженность между сетками 1 и 2  
 заряд  $q \ll$  зарядов сеток  $\Rightarrow$  он не может почти не индуцирует



$$E_1 \cdot d = U_1$$

$a_0$  - ускорение частицы в области между 1 и 2

$$ma_0 = qE_1 \quad \text{— против движения частицы}$$

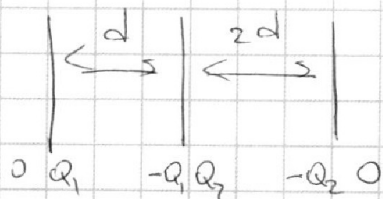
$$a_0 = \frac{qE_1}{m} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U_1}{d} = \frac{Uq}{m \cdot d}$$

2) частица проходит  $d$  против силы  $F = E_1 q$

$$K_2 - K_1 = -A_F = -E_1 q d$$

$$K_1 - K_2 = E_1 q d = U \cdot d$$

3) изначально сетки не заряжены т.е. сумма зарядов со сторон сеток всегда 0 поскольку сетки конденсаторы, то крайние заряды тоже 0 т.е. 0



тогда напряженность снаружи конденсаторов (там где заряд

летит до 1-ой сетки 0  $\Rightarrow$

там на него не действуют силы

$\Rightarrow$  он не меняет ск-ть) ~~от сетки 1 до 2~~

ск-ть заряда в А  $v_1$

тогда

$$-\frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = -E_1 \cdot \frac{d}{4} \cdot q = -\frac{qU}{4} \quad v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2}}$$

расстояние от 1 до А Ответ: 1)  $a_0 = \frac{qU}{md}$  2)  $K_1 - K_2 = Ud$

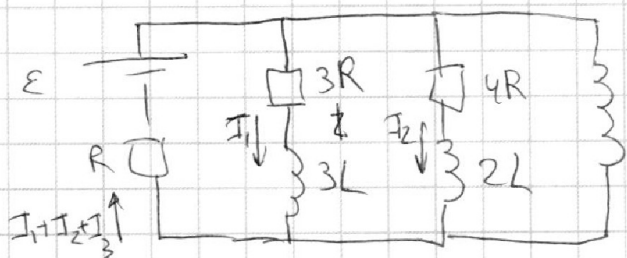
$$3) v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2}}$$

|                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

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

3) при замкнутом ключе система ~~колебательный~~  
контур из ЭДС катушек и резисторов  $\Rightarrow$  колебания  
(катушки и резистора)  
затухнут в установившемся режиме:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_2 = \dot{I}_3 = 0$$



тогда Кирхгоф:

$$E - 3LI_1 = E - 3I_1R - (I_1 + I_2 + I_3)R$$

$E$

$$E - LI_3 = (I_1 + I_2 + I_3)R = E$$

тогда

$$E - 3LI_1 = 3I_1R + (I_1 + I_2 + I_3)R$$

$$E - 2LI_2 = 4I_2R + (I_1 + I_2 + I_3)R$$

$$I_1 = I_2 = 0 \quad E = I_3R$$

Катализ Энергия катушек до размыкания ключа.

3L:

$$W_{3L} = \frac{3LI_0^2}{2} = \frac{24}{369} L \frac{E^2}{R^2}$$

2L:

$$W_{2L} = \frac{2LI_0^2}{2} =$$

$$= LI_0^2 = \frac{9}{36} L I_0^2 = \frac{9}{369} L \frac{E^2}{R^2}$$

в конце  $I_1 = I_2 = 0$

$$W_{3L}' = W_{2L}' = 0$$

в конце энергия катушки

$$W_L' = \frac{LI_3^2}{2} = \frac{LE^2}{2R^2}$$

в сразу после размыкания ключа

$$I_3 = 0 \Rightarrow W_L = 0$$

для 3R и 3L  $(3LI) \cdot dt = 3L \cdot dI$

$$(3RI) dt = 3R \cdot dI$$

$$\int 3RI dt + \int 3LI dt = \int LI_3 dt$$

$$3Rq_R + 3LI_0 = LI_3 \quad \left[ q_R = \right] \frac{L(I_3 - 3I_0)}{3R} = \frac{LE}{R^2} \left( \frac{7}{57} \right) \text{ Ответ}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

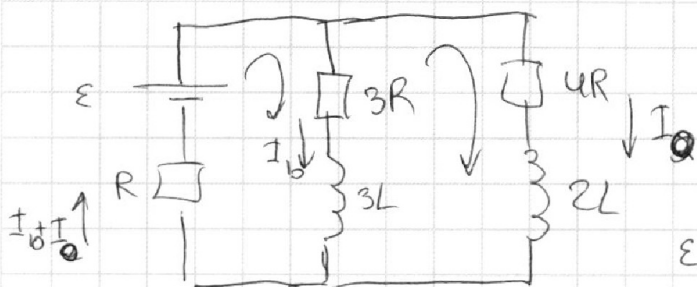
|                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



№1) в установившемся режиме ток через ~~3R~~  $I_{10}$   
через  $4R$   $I_0 \Rightarrow$  через ЭДС ток  $I_0 + I_0$



в установившемся режиме  $\dot{I}_{10} = 0$   $\dot{I}_0 = 0$

Кирхгоф:

$$\varepsilon - 3L\dot{I}_{10} = 3RI_{10} + R(I_0 + I_0)$$

$$\varepsilon - 2L\dot{I}_0 = 4RI_0 + R(I_0 + I_0)$$

$$\frac{\varepsilon}{R} = 4I_0 + I_{10} = I_0 + 5I_0$$

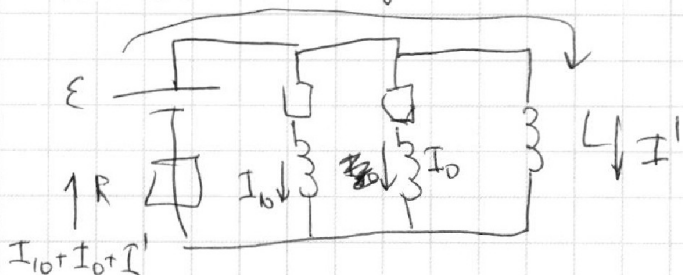
$$4I_0 = 3I_{10}$$

$$I_0 = \frac{3}{4}I_{10}$$

$$\varepsilon - 0 = 3RI_{10} + R \cdot \frac{7}{4}I_{10} = I_{10} \cdot R \cdot \frac{19}{4}$$

$$I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$$

2) Сразу после замыкания ключа токи через ~~3L~~  $3L$  и  $2L$  поменяться не успевают из-за катушек  $I'$ -ток в катушке  $L$



$I' = 0$  тоже из-за катушки

Кирхгоф:

$$\varepsilon - L\dot{I}' = (I_0 + I_0 + I')R =$$

$$= \frac{7}{4}I_0 R$$

$$\dot{I}' = \frac{\varepsilon - \frac{7}{4}I_0 R}{L} = \frac{\frac{12}{19} \cdot \frac{\varepsilon}{L}}{L} - \text{это и есть скорость возрастания тока в катушке } L$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

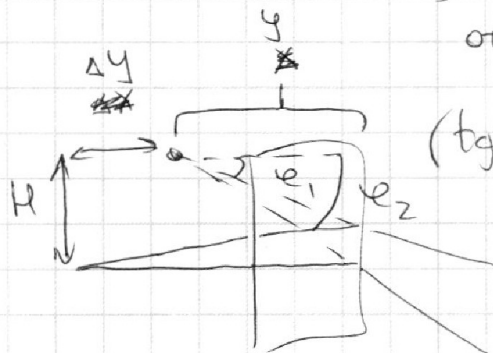
**МФТИ**

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



разница между <sup>лучами и их</sup> углами  $\omega$  т.е. они имеют такой вид:

изображение находится на  $y$   
от правого края прямой призмы



$$(tg \epsilon_2 - tg \epsilon_1) y = \Delta h = (\epsilon_2 - \epsilon_1) y = \omega y = \Delta h = \omega \left( a + \frac{h}{n_3} \right) \quad y = a + \frac{h}{n_3}$$

т.е. источник и изображение на прямой перпендикулярной оси оптики - наблюдатель

$$H = tg \beta y = tg \epsilon_2 y = \epsilon_2 y = (n_2 - n_3) \alpha \cdot y = (n_2 - n_3) \alpha \cdot \left( a + \frac{h}{n_3} \right) \quad \text{при } \omega = 0$$

$$\Delta y = a + h - y = h - \frac{h}{n_3}$$

$L$  - расстояние от источника до изображения

$$L = \sqrt{H^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(n_2 - n_3)^2 \alpha^2 \left( a + \frac{h}{n_3} \right)^2 + h^2 \left( 1 - \frac{1}{n_3} \right)^2}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ при } n_3 = 1, \quad n_2 = 1,7 \quad \Delta y = 0 \quad L = H &= (n_2 - n_3) \alpha \left( a + \frac{h}{n_3} \right) = \\ &= 0,7 \cdot 0,1 \cdot \left( 90 \text{ см} + \frac{34 \text{ см}}{1} \right) = 0,07 \cdot 104 \text{ см} = \\ &= 7,28 \text{ см.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ при } n_3 = 1,4 \quad n_2 = 1,7 \quad \Delta y &= h - \frac{h}{n_3} = 4 \text{ см.} \quad H = (n_2 - n_3) \alpha \left( a + \frac{h}{n_3} \right) = \\ &= 0,3 \cdot 0,1 \cdot 1 \text{ м} = 3 \text{ см.} \end{aligned}$$

$$L = \sqrt{\Delta y^2 + H^2} = 5 \text{ см.} \quad \text{Ответ: 1) } \beta = 0,07 \text{ рад. 2) } L = 7,28 \text{ см.}$$

$$3) \quad L = 5 \text{ см.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

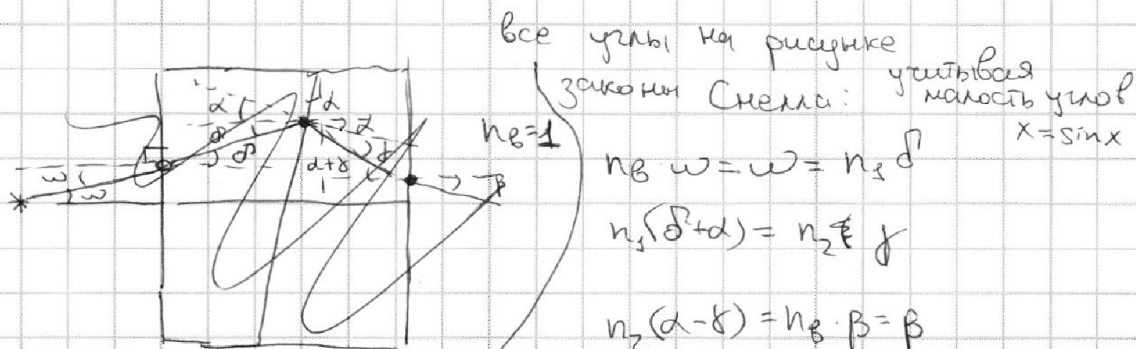
|                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------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



н.с. при малых углах  $x = \sin x = \tan x$   
будем решать задачу с малыми углами  
Пусть из S выходит луч близкий к прямой S-наблюдатель  
под углом  $\omega$  к нему  
~~на~~ этот луч преломляется на границах воздух-призма 1  
призма 1 - призма 2 призма 2 - воздух.



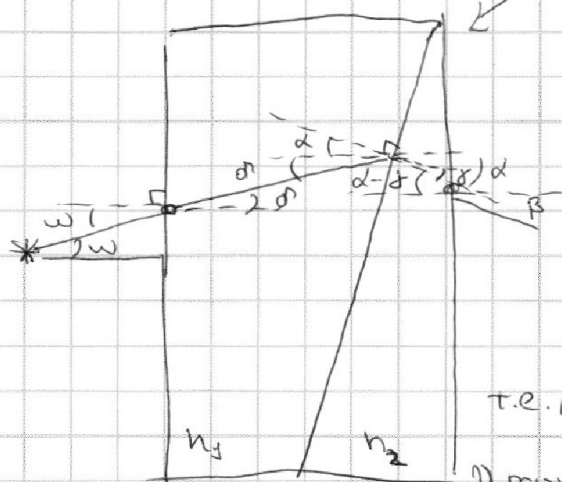
$$n_3 \omega = n_2 \delta$$

$$n_1(\delta + \alpha) = n_2 \gamma$$

$$n_2(\alpha - \delta) = n_3 \beta = \beta$$

$$\delta = \frac{\omega}{n_3}$$

$$\delta = \frac{n_1(\delta + \alpha)}{n_2} = \frac{n_1}{n_2}(\frac{\omega}{n_3} + \alpha)$$



$$\beta = n_2(\alpha - \delta) = n_2\alpha - n_1\alpha \neq -\omega$$

от источника

1) если луч идет перпендикулярно  
левой грани  
 $\omega = 0$   $\beta = (n_2 - n_1)\alpha \neq 0$

т.е. при  $n_1 = 1$   $n_2 = 1,7$   $\beta = 0,07 \text{ рад}$

2) разница между углами ~~каждый~~  
~~лучи~~ при  $\omega = 0$  и  $\omega \neq 0$  это  $\omega$  (см. формулу  $\beta$ )  
эти лучи выйдут с  $\omega$  притом луч с  $\omega$   
разнице по высоте  $\Delta h$  имеет меньший  
 $\omega = 0$  ~~первый~~ по вертикали отклонился тангенса  
на  $\delta$   $(\omega_1 + \delta_1 h) = 0 \cdot a + \frac{\omega h}{n_3} = 0$  наклона относит-  
при  $\omega \neq 0$   $\Delta h = h - 0 = \Delta h = \omega a + \frac{\omega h}{n_3}$  горизонтали



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!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

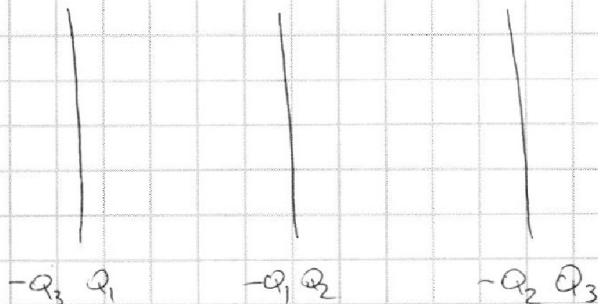
|                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------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

МФТИ

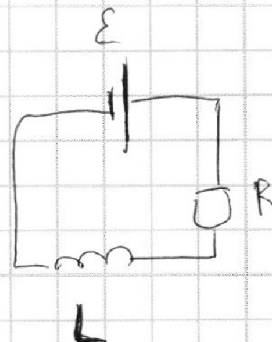
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~~В~~ ~~Е~~ ~~Е~~ ~~Е~~ напряженность в ко

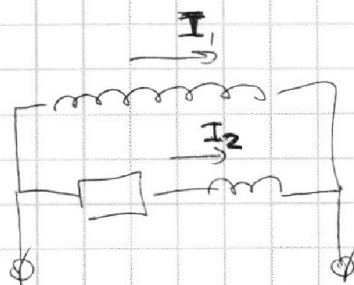


$$\mathcal{E} - L \dot{I} = IR$$



Q

$$3Q \dot{I}_1 R$$



$$+L \dot{I} - L \dot{I}_1 = I_2$$

$$3L \dot{I}_1$$

$$3L \dot{I}_2 + L \dot{I}_1 = 3I_2 R$$

$$\hat{R} = \frac{1}{i\omega L}$$

$$i\omega C + \frac{1}{RC}$$

$$e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\frac{1}{i\omega C}$$

$$i\omega L$$

$$RC = C$$

$$(3R + 3i\omega L) (4R + 2i\omega L) i\omega L$$

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 12R^2 - 6i\omega^2 L^2$$

$$\left( \frac{1}{3R + 3i\omega L} + \frac{1}{4R + 2i\omega L} + \frac{1}{i\omega L} \right)^{-1}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

МФТИ

Черновик

12,5 МГц  
300 с.

н.1.

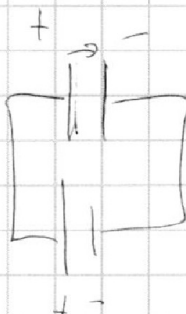
$$F_k = kV_k$$

$$m_{a_0} = F_0 - kV_0$$

$$P_0 = F_0 V_0$$

вспомнить о том, что это

н.3. конденсаторы



$$\mathcal{E} = U$$

$$U = E \cdot d$$

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

$$Eg = m \underline{a}$$

$$\frac{5000 \cdot 5}{4}$$

$$125$$

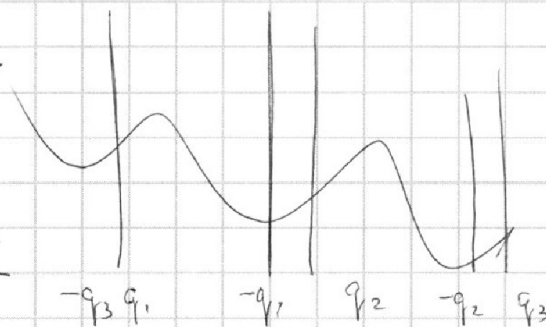
$$625$$

$$\frac{11V}{20} \frac{P_{02}}{RT}$$

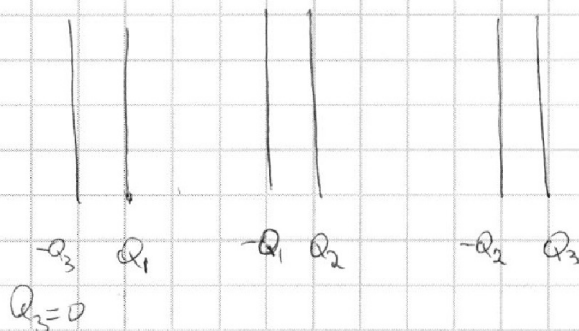
$$k p_0 \frac{V}{4} = \frac{p_0 V_0}{4RT_0}$$

$$\frac{P_{ne}}{T_5} = \frac{P_0}{T_0 \cdot 2}$$

$$\frac{P_{02}}{T \cdot \omega} = P_1$$



$$\frac{5}{2} \frac{p_0 T}{T_0} = \left( \frac{p_0 V}{4RT_0} + \frac{k p_0 V}{4} \right) \cdot \frac{20RT}{11V}$$



$$dE_k = E \cdot g \quad mv \cdot dv =$$

$$= mv \frac{Eg}{m} dt$$

$$Eg \cdot dx$$

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

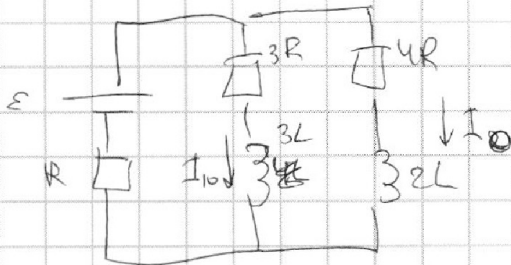
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Черновик



$$I_0 \cdot 4R = I_{10} \cdot 3R$$

$$I_0 = \frac{3}{4} I_{10}$$

$$\varepsilon = I_{10} \cdot 3R + (I_0 + I_{10})R$$

$$\varepsilon = 3I_{10}R + \frac{7}{4}I_{10}R = \frac{19}{4}I_{10}R \quad I_{10} = \frac{\varepsilon}{R} \cdot \frac{4}{19}$$

$$\varepsilon - (I_{10} + I_0)R = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \varepsilon - \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{R} = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$$

$$dQ = I^2 R \cdot dt = I q \cdot R$$

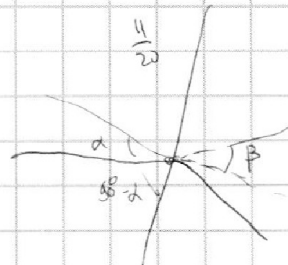
$$J_1 = \frac{P_0 V_1}{RT_0}$$

$$J_2 = \frac{P_0 V_2}{RT_0}$$

$$\frac{V_1}{5} \quad \frac{V_2}{4}$$

$$\frac{V_0}{2} \quad \frac{V}{5}$$

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{5} = \frac{15-4}{20} = \frac{11}{20}$$



$$J_1 = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{RT_0}$$

$$J_2 = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{4}}{RT_0}$$

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{4}{2} = 2$$

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

$$\frac{P_0 V_1}{RT} = J_1$$

$$\frac{P_0 V_2}{RT_0} = J_2 + k P_0 W$$

$$\frac{P_0 V_1}{RT} = \frac{P_0 V_1}{RT_0}$$

$$\frac{P_0 V_2}{RT} = \frac{P_0 V_2}{RT_0} + \frac{k P_0 W}{RT_0}$$

$$\frac{V_1}{\frac{3}{4}V - V_1} = \frac{V_1}{\left(\frac{3}{4}V - V_1\right) + k \frac{V}{4} \cdot RT_0}$$

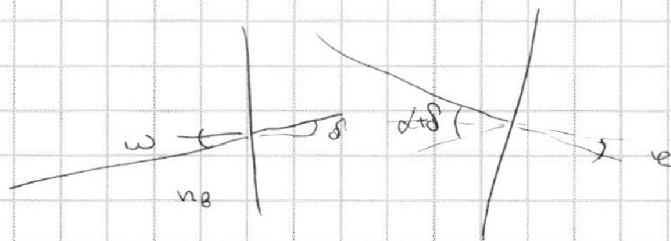
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!



$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 607 \\ \hline 728 \end{array}$$

$$\omega \cdot n_g = \delta \cdot n_1$$

$$e \cdot n_2 = (\alpha + \delta) n_1 = \alpha n_1 + \omega n_g$$

$$e n_2 = \alpha n_1 + \omega n_g$$

$$(\alpha - e) \alpha =$$

$$n_2(\alpha - e) = \delta \cdot n_g = n_2 \alpha - \alpha n_1 - \omega n_g$$

$$\delta = n_2 \alpha - \alpha n_1 - \omega$$

а.а.



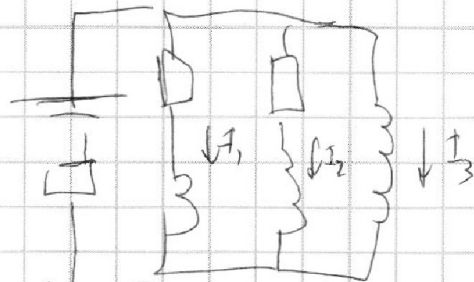
+

$$a\omega + \frac{\omega}{n_2} h$$



$I \downarrow$

$I \uparrow$



$$\begin{aligned} \varepsilon &= (I_1 + I_2 + I_3)R = 3I_1 R + 3LI_1 = 4I_2 R + 2LI_2 = \\ &= LI_3 \end{aligned}$$

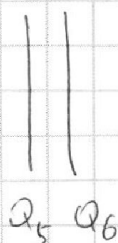
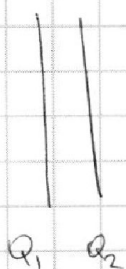
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

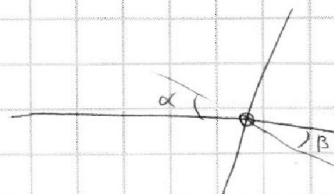
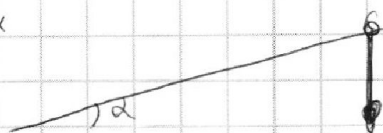


$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + \dots + Q_6$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6$$

$$\omega a \cdot \frac{n_1}{n_2} = (\alpha - (\alpha + \omega)) \frac{n_1}{n_2}$$

$$\omega(a+h) = \omega x$$



$$\alpha - \beta$$

$$\sin \beta$$

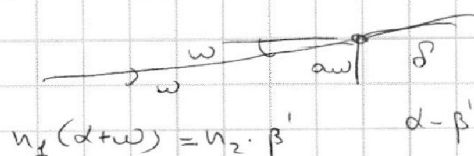
$$\beta \cdot n_2 = \alpha \cdot n_1$$

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

$$n_2 \delta = e \cdot n_1$$

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

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



$$n_1(\alpha + \omega) = n_2 \cdot \beta'$$

$$\alpha - \beta' = \left(\alpha - (\alpha + \omega) \frac{n_1}{n_2}\right) \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_2}{n_1} \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \alpha' - \omega$$