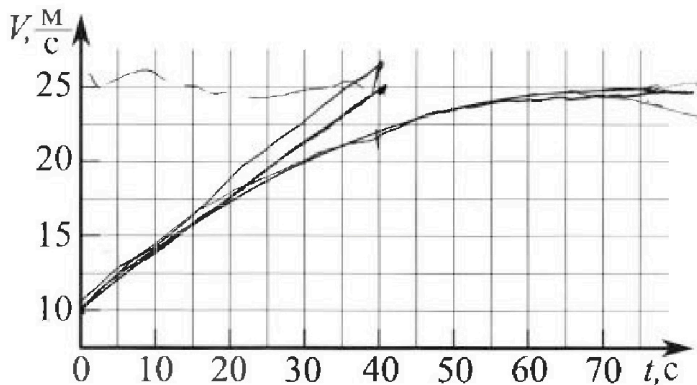


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



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

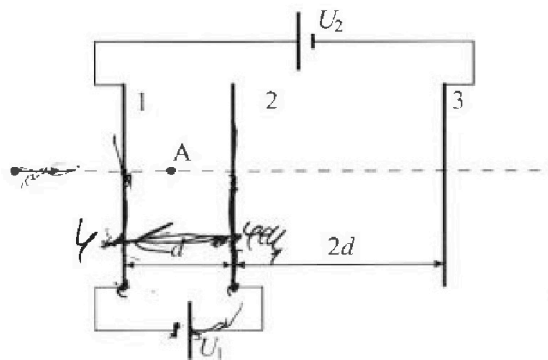
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δv 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/($\text{м}^3 \cdot \text{Па}$). 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

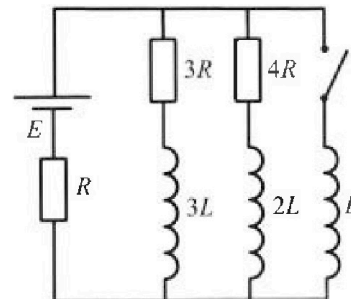
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



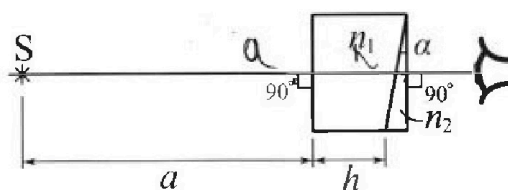
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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) Ка кой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $a = 90$ 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.



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

ЛМОТИ

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

1. 1) Проведём касательную к наклонному участку графика. Её коэффициент угла наклона будет равен ускорению a_0 . В начальном этапе разгона видно, что касательная примерно проходит через точку $(40 \text{ м}; 25 \frac{\text{м}}{\text{с}})$. Тогда

$$a_0 = \frac{25 - 10}{40} = \frac{15}{40} = \frac{3}{8} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,375 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) $F_0 - F_{c0} = ma_0$, где F_{c0} — сила сопротивления в начале разгона.

$F_{c0} = kV_0$, где k — коэффициент пропорциональности, а $V_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ — скорость в начале разгона.

В конце разгона скорость равна $V_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, сила тяги $F_k = 600 \text{ Н}$.

При этом $F_k = kV_k$ (т.к. $a_k = 0$)

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

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!

Тогда

$$F_0 = F_{c0} + mg_0 = kV_0 + mg_0 \approx 24 \cdot 10 + 1500 \cdot 9.8 = \\ = 240 + 600 = 840 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = F_0 V_0 \approx 840 \cdot 10 = 8,4 \text{ кВт}$$

Ответ: 1) $a_0 \approx 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 2) $F_0 \approx 840 \text{ Н}$ 3) $P_0 \approx 8,4 \text{ кВт}$

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!



давление водяного пара (он насыщен, т.к. есть вода). Изменение кол-ва вещества углекислого газа равно

$\Delta \nu_{\text{CO}_2} = \frac{kV}{\nu} (p_0 - p_{\text{CO}_2})$. Упр-ние Менделеева-Клапейрона

$$p_{\text{CO}_2} V_2 = \left(\nu_2 + \frac{kV}{\nu} (p_0 - p_{\text{CO}_2}) \right) RT_2$$

$$(p - 2p_0) \cdot \frac{11V}{20} = \nu_2 RT_2 + \frac{kV}{\nu} RT_2 (p_0 - p + 2p_0)$$

$$\left(\frac{5p_0 T_2}{2T_0} - 2p_0 \right) \cdot \frac{11V}{20} = \frac{p_0 V}{4RT_0} RT_2 + \frac{kV RT_2}{4} \left(3p_0 - \frac{5p_0 T_2}{2T_0} \right)$$

$$\left(\frac{5T}{2T_0} - 2 \right) \cdot \frac{11}{20} = \frac{T}{4T_0} + \frac{kRT}{4} \left(3 - \frac{5T}{2T_0} \right) \quad \left(\text{учитывая } kRT = \frac{3}{2} \right)$$

$$\frac{55}{40} \frac{T}{T_0} - \frac{11}{20} = \frac{T}{4T_0} + \frac{3}{8} \left(3 - \frac{5T}{2T_0} \right) \quad \left(\frac{3}{8} = \frac{kRT}{4} \right)$$

$$\frac{55}{40} \frac{T}{T_0} - \frac{11}{20} = \frac{T}{4T_0} + \frac{9}{8} - \frac{15}{16} \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{2}{40} \frac{55}{T_0} \frac{T}{T_0} - \frac{20}{4T_0} \frac{T}{T_0} + \frac{5}{16} \frac{15}{T_0} \frac{T}{T_0} = \frac{9}{8} + \frac{11}{20}$$

$$\frac{265T}{80T_0} = \frac{178}{80}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{178}{265}$$

Ответ: 1) 2. $\frac{178}{265}$ 2) $\frac{178}{265}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

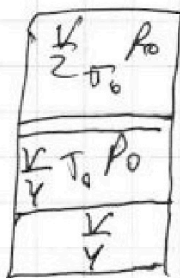
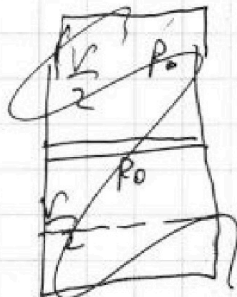


1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

2. 1)



Пусть кол-во
вещ-ва газа
равно ν_1 , а

начальное кол-во вещ-ва углекислого газа
равно ν_2 . Тогда

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \quad \Rightarrow \quad \nu_1 = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$$

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0 \quad \Rightarrow \quad \nu_2 = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$$

2)



объем газа в нижней
части равен

$$V_1 = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11V}{20}$$

Пусть давление в сосуде

равно p . Тогда

$$p \frac{V}{5} = \nu_2 R T_0 \quad \Rightarrow \quad p = \frac{5 \nu_2 R T_0}{V} = \frac{5 \cdot \frac{p_0 V}{4 R T_0} \cdot R T_0}{V} = \frac{5 p_0}{4}$$

$p = p_{атм} + p_{газ} = 2p_0 + p_{газ}$, где $p_{газ}$ - начальное
давление углекислого газа, а $p_{атм}$ - начальное

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. Пусть напряжённость э. поля между сетками 1 и 2 равна E_{12} . Тогда

$$U_2 = E_{12} d$$

$$E_{12} = \frac{U_2}{d} = \frac{U}{d}$$

$$q E_{12} = m a$$

$$a = \frac{q U}{m d} \quad - \text{искомое ускорение}$$

2) E_{12} будет направлена от сетки 2 к сетке 1, поэтому с учётом $q > 0$, частица будет замедляться, значит $K_1 - K_2 > 0$

$$K_1 - K_2 = q U \quad (q U - \text{модуль работы э. поля})$$

3) Т.к. изначально сетки не заряжены, то после подключения источников, их суммарный заряд останется равен 0. Это значит, что в области, расположенной слева от сетки 1, напряжённость поля

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!

будет равна 0 и частица будет
вылетать до пролёта через сетку 1 с
постоянной скоростью v_0 . Тогда скорость v_1
при пролёте через сетку 2 будет равна v_0 .
По формуле для расстояния пути при
равноускоренном движении без времени

$$\frac{v_0^2 - v_A^2}{2a} = \frac{d}{4}$$

$$v_0^2 - v_A^2 = \frac{ad}{2} = \frac{qU}{2m}$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{qU}{2m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

Ответ: 1) $\frac{qU}{m\omega}$ 2) qU 3) $\sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

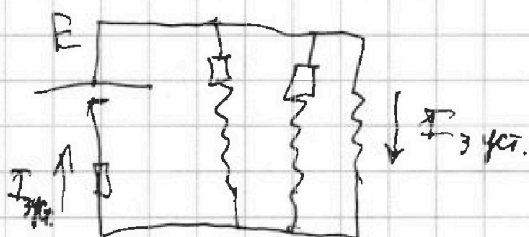


1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

В установившемся режиме напряжения на катушках равны 0, поэтому напряжения на резисторах $3R$ и $4R$ тоже 0, как и ток через них.



Пусть ток через катушку L в уст. режиме равен $I_{3уст}$.

Тогда $E = I_{3уст} R$ $I_{3уст} = \frac{E}{R}$. Окончательно получим

$$-L \left(\frac{E}{R} - 0 \right) + 3L(0 - I_{3уст}) = -3R \Delta \varphi$$

$$-L \frac{E}{R} - \frac{3L \cdot 4E}{12R} = -3R \Delta \varphi$$

$$\frac{-31LE}{12R} = -3R \Delta \varphi$$

$$\Delta \varphi = \frac{31LE}{57R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{4E}{12R}$ 2) $\frac{12E}{12L}$ 3) $\frac{31LE}{57R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

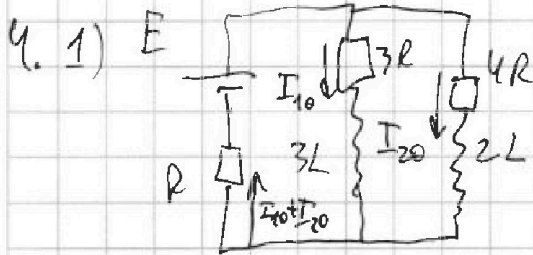
решение которой представлено на странице:



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!



В установившемся режиме токи постоянны, поэтому напряжения на катушках равны 0

Пусть через $4R$ течёт ток I_{20}

$$3R I_{20} = 4R I_{20}$$

$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10} \text{ по 2 правилу Кирхгофа}$$

$$E = I_{10} \cdot 3R + (I_{10} + I_{20}) \cdot R = 3I_{10}R + \frac{7}{4} I_{10}R = \frac{19I_{10}R}{4}$$

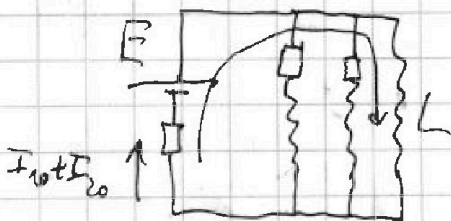
$$I_{10} = \frac{4E}{19R} \text{ . При этом } I_{20} = \frac{3E}{19R}$$

2) Сразу после замыкания ключа

токи через все элементы цепи не изменятся по сравнению с токами до замыкания

по 2 правилу Кирхгофа

для обозначенного контура



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!



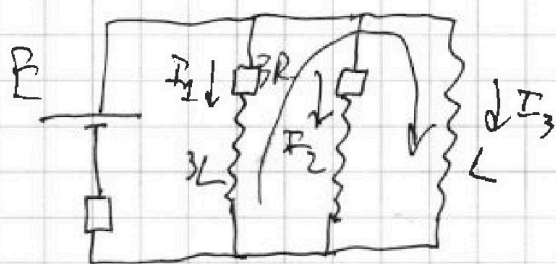
$$E - L\dot{I}_3(0) = (I_{30} + I_{30})R = \frac{7E}{19} \cdot R = \frac{7E}{19}, \text{ где } I_3 - \text{ ток}$$

$$L\dot{I}_3(0) = \frac{12E}{19}$$

$$\dot{I}_3(0) = \frac{12E}{19L}$$

в катушке индуктивностью L , \dot{I}_3 - его производная по времени (скорость роста)

3) Рассмотрим ток в произвольный момент времени



2 правило Кирхгофа для замкнутого контура

$$-L\dot{I}_3 + 3L\dot{I}_1 = -3I_1 R \text{ или}$$

$$-L \frac{dI_3}{dt} + 3L \frac{dI_1}{dt} = -3I_1 R \quad | \cdot dt$$

$$-L dI_3 + 3L dI_1 = -3I_1 R dt = -3R dq, \text{ где } dq - \text{ малый}$$

заряд, протекающий через резистор с сопротивлением $3R$. Для конечных изменений

$$-L \Delta I_3 + 3L \Delta I_1 = -3R \Delta q, \text{ где } \Delta q - \text{ суммарный}$$

заряд, который протекает через резистор $3R$.



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!

Таким образом, искомого расстояния равно

$$\sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад 2) 2,28 см 3) 5 см

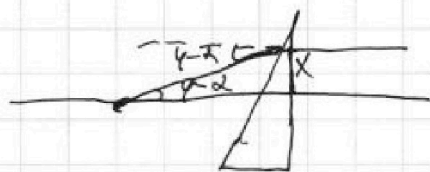
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



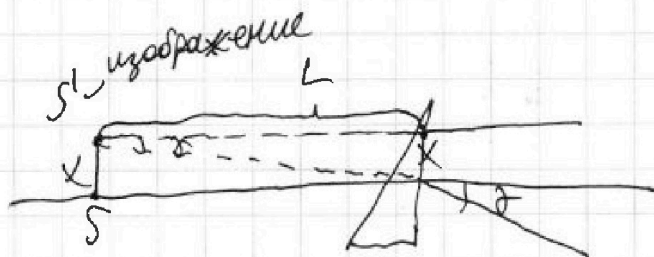
Т.к. толщина
второй призмы

преобразилась мода, то

$$\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \approx \varphi - \alpha = \frac{x}{\alpha h}$$

$$x = (\varphi \alpha) (\alpha h) = \frac{2(n_2 - n_1)}{n_1} (\alpha h) = \frac{2(n_2 - n_1)}{n_0} (\alpha h) = \gamma (\alpha h)$$

Изображение источника будет находиться
на пересечении продолжений луча
из n_1 и луча, который который
мы рассматривали сейчас. При этом
смещением первого можно пренебречь.



$$\operatorname{tg} \delta = \delta = \frac{x}{L}$$

$$L = \frac{x}{\delta} = \alpha h. \text{ Таким образом, изображение}$$

будет просто располагаться над источником
(потому что $L = \alpha h$) и расстояние между ними

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!

5.1) Т.к. $n_2 = n_0$, то первую призму можно убрать. В замкнутом все углы считаем равными ($\varphi \approx \sin \varphi \approx \tan \varphi$)

Закон Снеллиа

$$n_2 \alpha = n_2 \beta$$

$$n_2 (\alpha - \beta) = n_0 \gamma$$

n_2 первого

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

$$n_2 \frac{\alpha (n_2 - n_1)}{n_2} = n_0 \gamma$$

$$\gamma = \frac{\alpha (n_2 - n_1)}{n_0} = \frac{0,1 \cdot 0,7}{1} = 0,07 \text{ рад} - \text{на такой}$$

углу и отклонится луч

2) Фигурка наблюдает точкой луч, когда он после выхода из системы идёт вдоль прямой "источник - глаз"

Закон Снеллиа

$$n_2 \alpha = n_1 \varphi$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

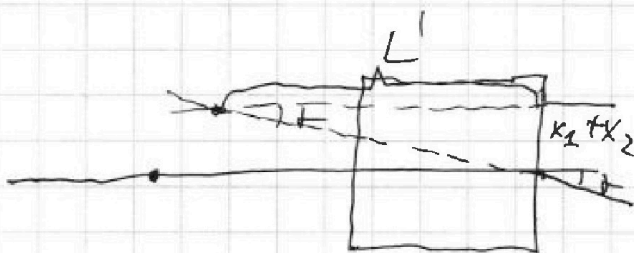
МФТИ

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

$$\delta = \frac{x_2}{\alpha}$$

$$x_2 = \alpha \delta = \frac{\alpha \alpha (n_2 - n_1)}{n_0}$$

Изображение стрелки и ее вертикальный
образ



$$\sigma = \frac{x_1 + x_2}{L'}$$

$$L' = \frac{x_1 + x_2}{\sigma} = \frac{\alpha (n_2 - n_1)}{\sigma} \left(\frac{\alpha}{n_0} + \frac{h}{n_1} \right) =$$

$$= \frac{\alpha (n_2 - n_1) n_0}{\alpha (n_2 - n_1)} \left(\frac{\alpha}{n_0} + \frac{h}{n_1} \right) = \alpha + \frac{h n_0}{n_1} = 90 + \frac{74 \cdot 3}{1,4} = 100 \text{ см}$$

расстояние между

вертикалями равно

$$x_1 + x_2 = \alpha (n_2 - n_1) \left(\frac{\alpha}{n_0} + \frac{h}{n_1} \right) = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 100$$

$$x_1 + x_2 = 3 \text{ см}$$

по горизонтали

$$\alpha + h - L = 90 + 14 - 100 = 4 \text{ см}$$

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

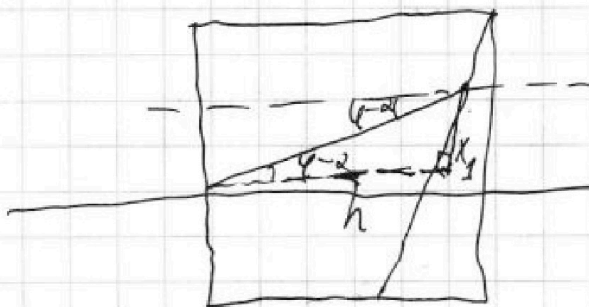
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

будет равно $x = f(\alpha \cdot h) = 0,07 \cdot 109 = 7,73 \text{ см}$

3) Заметим, что луч из п. 1 в данном случае отклонится точно под такой же угол γ (принципно), т.к. он падает перпендикулярно этой грани, значит найдем такой луч, чтобы он после выхода из системы шел параллельно прямой "источник-глаз"



Его (луч) предположим на границе γ при этом не изменится (англ. и др.), поэтому рассмотрим его ход в левой призме



Вертикальное Расстояние, на которое луч сместится в ней будет равно

$$x_2 = h(\varphi - \alpha) = \frac{h(n_2 - n_1)}{n_1}$$

$$n_2(\varphi - \alpha) = n_1 \delta$$

$$\delta = n_2(\varphi - \alpha) / n_1$$

$$\delta = \frac{n_2 \alpha (n_2 - n_1)}{n_1 \cdot n_2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. (Порядок не нарушается)



$$a = \frac{0.8}{0.5} = 1.6$$

$$a = \frac{0.8}{0.5} = 1.6$$

$$F_0 = k \cdot v_0$$

$$F_0 = 134 \text{ кВТ}$$

$$F_0 - k \cdot v = m \cdot a$$

$$F_0 = m \cdot a + k \cdot v$$

$$F_0 = k \cdot v$$

$$k = \frac{F_0}{v_0}$$

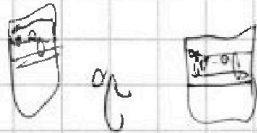
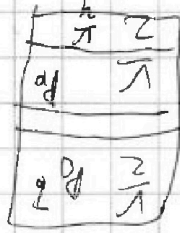
$$F_0 = 2000$$

$$F_0 = m \cdot a + \frac{F_0}{v_0} \cdot v = 2500 \cdot 0.6 + 600 \cdot 1.0$$

$$0.6 \cdot F_0 = k \cdot v (F_0 - F_0) = 900$$

$$F_0 = 2000 + 1140 = 3140 \text{ Н}$$

$$0.6 \cdot F_0 = k \cdot v$$



$$F_0 = m \cdot a + k \cdot v$$

$$F_0 = \frac{m \cdot a^2}{2}$$

$$P = 2P_0 + P_{at}$$



$$\frac{0.2}{17.2} = \frac{0.2}{17.2}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$



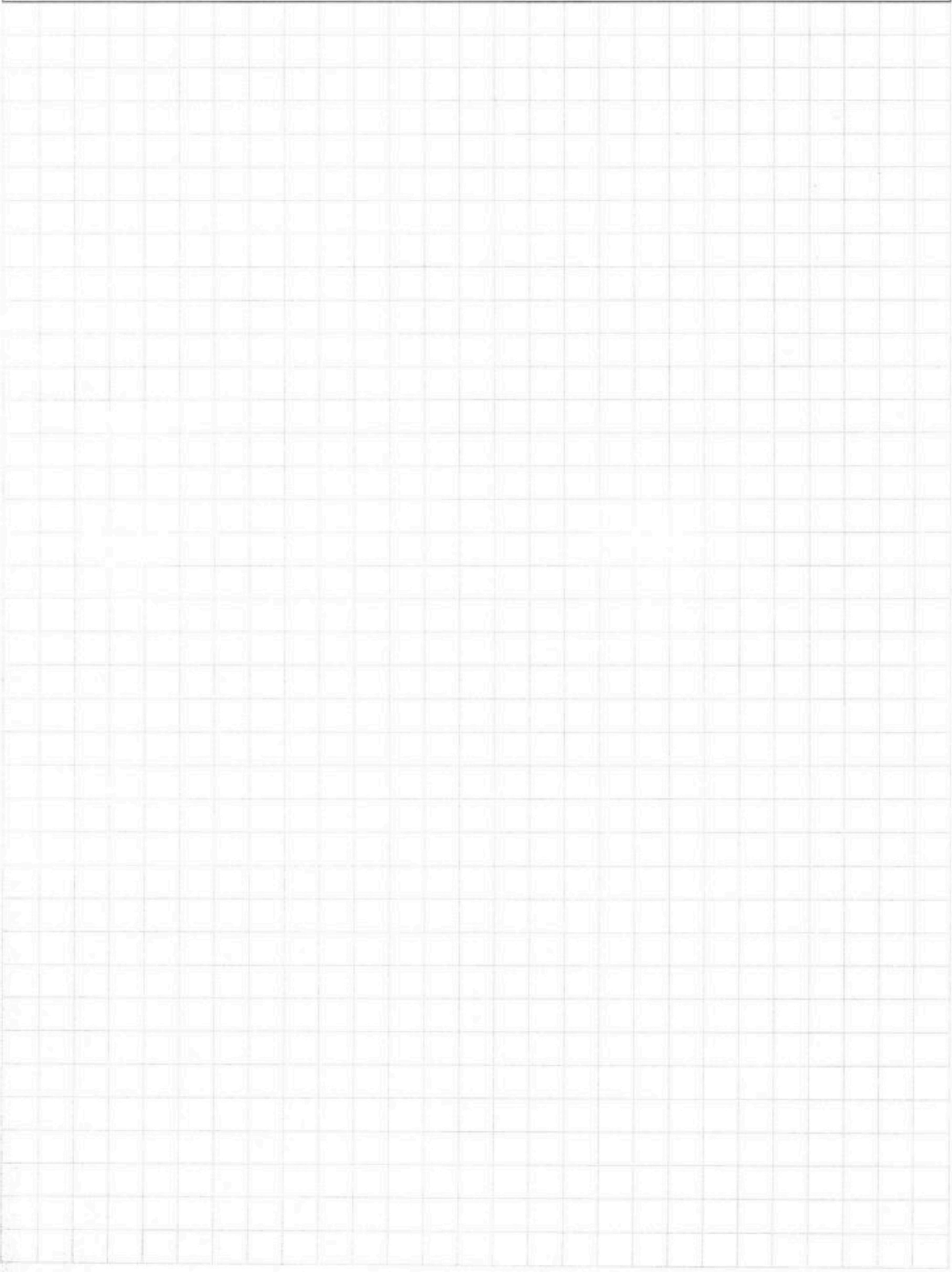
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



Handwritten solution on grid paper for a problem involving refraction and geometry. The solution includes several diagrams and equations:

$$\frac{n_2 d (n_2 - n_1)}{n_2} = n_0 \varphi$$

$$\varphi = \frac{d(n_2 - n_1)}{n_0}$$

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

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

$$n_2 d = n_2 \beta$$

$$x_2 = n_2 d (n_2 - n_1)$$

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

$$\frac{n_2 d (n_2 - n_1)}{n_2} = n_0 \delta$$

$$\delta = \frac{d(n_2 - n_1)}{n_0}$$

$$\varphi = \frac{x_2}{d}$$

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

The diagrams show a rectangular block of height d and width a . A light ray is incident from the left at an angle α to the normal. It refracts at the top surface at angle β and refracts again at the bottom surface at angle δ . The horizontal displacement of the ray is x_2 . The refractive indices are n_1 (air), n_2 (block), and n_0 (medium below the block).

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$x_2 = \frac{a \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_2}$$

$$\frac{7 \cdot 104}{100} = \frac{28}{100}$$

$$7(140,04)$$

$$7 + 9 > 8$$

$$x_1 + x_2 = \frac{a \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_2} + \frac{b \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_1}$$

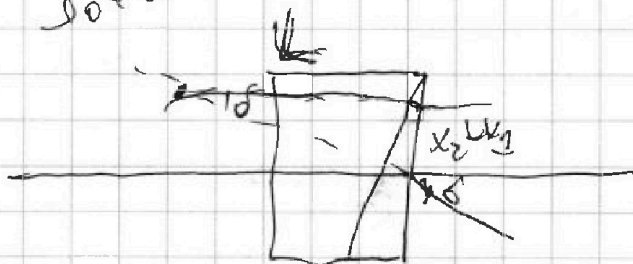
$$x_1 + x_2 = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 100$$

$$= 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ см}$$

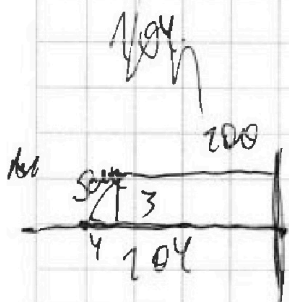
$$x_1 + x_2 = a(n_2 - n_1) \left(\frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_1} \right)$$

$$a \frac{90}{1} + \frac{14}{24} = 90 + 20 = 110$$

$$L = 90 + \frac{14 \cdot 1}{24} = 90 + 10 = 100 \text{ см}$$



$$L = \frac{a \cdot h}{n_1}$$



$$\delta = \frac{x_2 + x_1}{L}$$

$$L = \frac{x_2 + x_1}{\delta} = \frac{a(n_2 - n_1) \left(\frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_1} \right)}{2(n_2 - n_1)}$$

$$L = a + h \frac{n_2}{n_1}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7



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

Handwritten solution on grid paper for a circuit problem. The solution includes:

- Initial Calculations:**

$$I_1 = \frac{110}{300} = 0.367 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{110}{300} = 0.367 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{110}{300} = 0.367 \text{ A}$$
- Currents and Voltages:**

$$I_1 = 0.367 \text{ A}$$

$$I_2 = 0.367 \text{ A}$$

$$I_3 = 0.367 \text{ A}$$

$$U_1 = 110 \text{ V}$$

$$U_2 = 110 \text{ V}$$

$$U_3 = 110 \text{ V}$$
- Power Calculations:**

$$P_1 = I_1^2 R_1 = 0.367^2 \cdot 300 = 40.5 \text{ W}$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = 0.367^2 \cdot 300 = 40.5 \text{ W}$$

$$P_3 = I_3^2 R_3 = 0.367^2 \cdot 300 = 40.5 \text{ W}$$
- Equivalent Circuit Diagrams:**
 - A circuit diagram showing a voltage source U_1 connected to a network of resistors R_1, R_2, R_3 . Currents I_1, I_2, I_3 are indicated through the resistors.
 - A simplified circuit diagram showing the source U_1 connected to a single equivalent resistor R_{eq} .
 - A circuit diagram showing the source U_1 connected to a network of resistors R_1, R_2, R_3 with current I_1 through R_1 .
- Final Results:**

$$I_1 = 0.367 \text{ A}$$

$$I_2 = 0.367 \text{ A}$$

$$I_3 = 0.367 \text{ A}$$

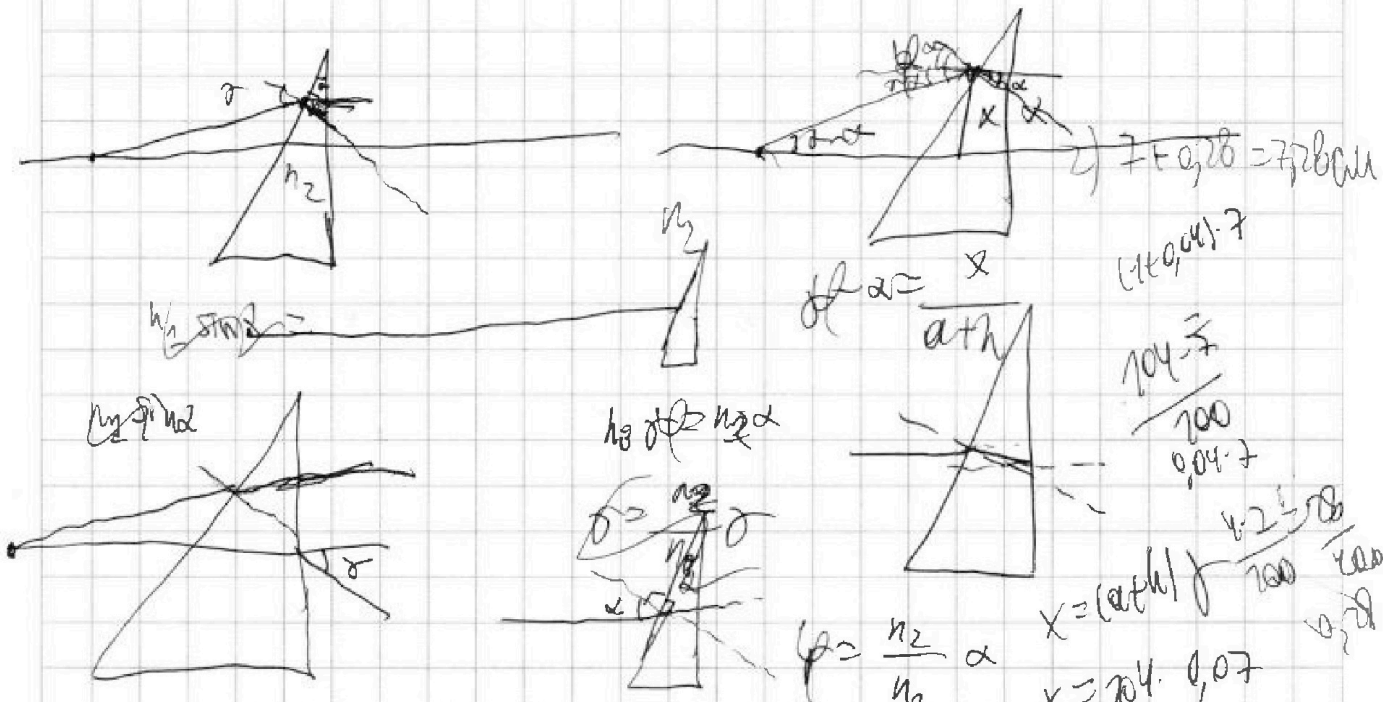
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{1.7 - 1}{1} = \frac{0.2}{1}$$

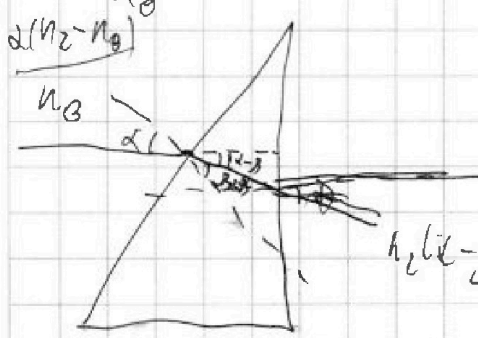
$$n_2 \sin \alpha = n_0 \sin \beta$$

$$\frac{n_2 - n_0}{n_0} = \frac{x}{a + h}$$

$$n_2 \alpha = n_0 \beta$$

$$\beta = \frac{n_2 \alpha}{n_0} = \frac{n_0 \alpha}{n_2}$$

$$x = (a + h) \frac{n_2 - n_0}{n_0}$$



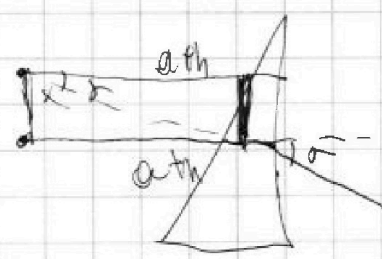
$$h_2 (\alpha - \beta) = n_0 \delta$$

$$\delta = \frac{h_2 (\alpha - \beta)}{n_0} = \frac{h_2 (n_2 - n_0) \alpha}{n_0 (n_2 - n_0)}$$

$$\alpha - \beta = \frac{n_2}{n_0} \frac{n_0 \alpha}{n_2} - \frac{n_0 \alpha}{n_2} = \frac{(n_2 - n_0) \alpha}{n_2}$$

$$a + h = L$$

$$\delta = \alpha \frac{n_2 - n_0}{n_0} = 0.7 = 0.02 \text{ рад}$$



$$\delta = \frac{x}{a + h} = \frac{(a + h) \frac{n_2 - n_0}{n_0}}{L}$$

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 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!



$$\left(S_{T_0} - 2 \right) \cdot \frac{1}{12} = \frac{I}{4\%} + K_{RT} \left(3 - \frac{S_{T_0}}{ST} \right)$$

$$K_{RT} = \frac{3 \cdot \frac{I}{4\%}}{S_{T_0} - 2 - \frac{I}{12} \cdot \left(3 - \frac{S_{T_0}}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{3 \cdot \frac{24}{8}}{20 - 2 - \frac{24}{12} \cdot \left(3 - \frac{20}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{9}{18 - 2 - \left(6 - 2 \cdot \frac{ST}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{9}{18 - 2 - (6 - 2)}$$

$$K_{RT} = \frac{9}{18 - 2 - 4} = \frac{9}{12} = 0.75$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{K_{RT} \cdot V_{T_0}}{S_{T_0}} = \frac{0.75 \cdot 20}{20} = 0.75$$

$$P_{\text{пр}} = 75\%$$

$$\left(S_{T_0} - 2 \right) \cdot \frac{1}{12} = \frac{I}{4\%} + K_{RT} \left(3 - \frac{S_{T_0}}{ST} \right)$$

$$\left(20 - 2 \right) \cdot \frac{1}{12} = \frac{24}{8} + K_{RT} \left(3 - \frac{20}{ST} \right)$$

$$1.67 = 3 + K_{RT} \left(3 - \frac{20}{ST} \right)$$

$$-1.33 = K_{RT} \left(3 - \frac{20}{ST} \right)$$

$$K_{RT} = \frac{-1.33}{3 - \frac{20}{ST}}$$

$$K_{RT} = \frac{-1.33}{3 - 2} = -1.33$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{K_{RT} \cdot V_{T_0}}{S_{T_0}} = \frac{-1.33 \cdot 20}{20} = -1.33$$

$$K_{RT} = \frac{I}{S_{T_0} - 2 - \frac{I}{12} \cdot \left(3 - \frac{S_{T_0}}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{20 - 2 - \frac{24}{12} \cdot \left(3 - \frac{20}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - \left(6 - 2 \cdot \frac{ST}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - (6 - 2)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - 4} = \frac{24}{12} = 2$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{K_{RT} \cdot V_{T_0}}{S_{T_0}} = \frac{2 \cdot 20}{20} = 2$$

$$K_{RT} = \frac{I}{S_{T_0} - 2 - \frac{I}{12} \cdot \left(3 - \frac{S_{T_0}}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{20 - 2 - \frac{24}{12} \cdot \left(3 - \frac{20}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - \left(6 - 2 \cdot \frac{ST}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - (6 - 2)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - 4} = \frac{24}{12} = 2$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{K_{RT} \cdot V_{T_0}}{S_{T_0}} = \frac{2 \cdot 20}{20} = 2$$

$$K_{RT} = \frac{I}{S_{T_0} - 2 - \frac{I}{12} \cdot \left(3 - \frac{S_{T_0}}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{20 - 2 - \frac{24}{12} \cdot \left(3 - \frac{20}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - \left(6 - 2 \cdot \frac{ST}{ST} \right)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - (6 - 2)}$$

$$K_{RT} = \frac{24}{18 - 2 - 4} = \frac{24}{12} = 2$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{K_{RT} \cdot V_{T_0}}{S_{T_0}} = \frac{2 \cdot 20}{20} = 2$$