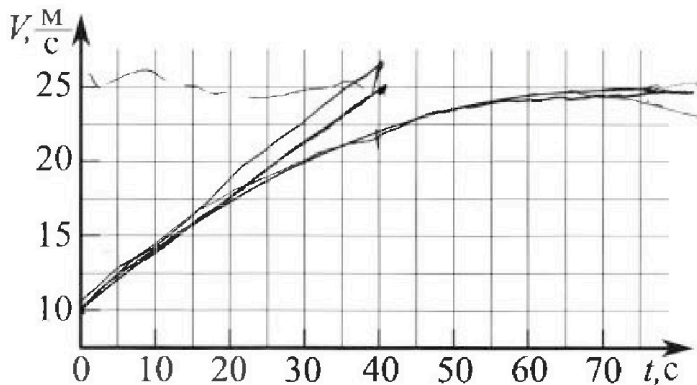


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

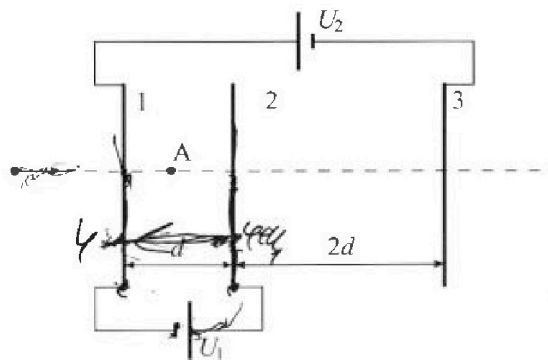
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится 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/(м³·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

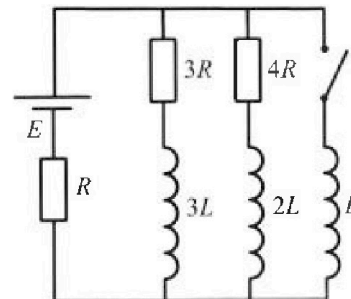
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



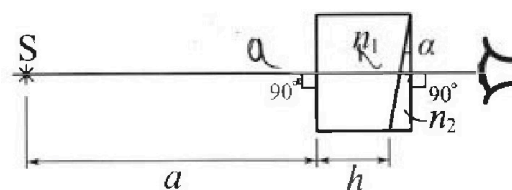
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

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

1. 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 $(40 \frac{m}{s}; 25 \frac{m}{s^2})$. Тогда

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

2) $F_0 - F_{co} = ma_0$, где F_{co} — сила сопротивления в начальном разгоне.

$F_{co} = kV_0$, где k — коэффициент пропорциональности, а $V_0 = 10 \frac{m}{s}$ — скорость в начальном разгоне.

В конце разгона скорость равна $V_k = 25 \frac{m}{s}$, сила тяги $F_k = 600 N$.

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

$$k = \frac{F_k}{V_k} = \frac{600}{25} = 24 \frac{N \cdot s}{m}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

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

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

$$(p - 2p_0) \cdot \frac{11V}{20} = \nu_2 RT_0 + \frac{kV}{\nu} RT_0 (p_0 - p + 2p_0)$$

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

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

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

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

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

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

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

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:

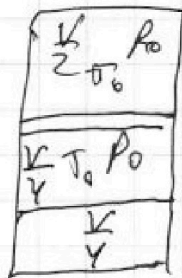
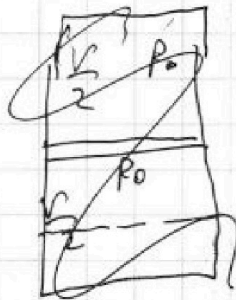
1 2 3 4 5 6 7

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

$$p \frac{V}{5} = \nu_2 R T_0 \quad \Rightarrow \quad p = \frac{5 \nu_2 R T_0}{11V} = \frac{5 \cdot \frac{p_0 V}{4 R T_0} \cdot R T_0}{11V} = \frac{5 p_0}{11}$$

$p = p_{атм} + p_{газ} = 2p_0 + p_{газ}$, 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

$$U_2 = E_{12} d$$

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

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

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

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

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

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:

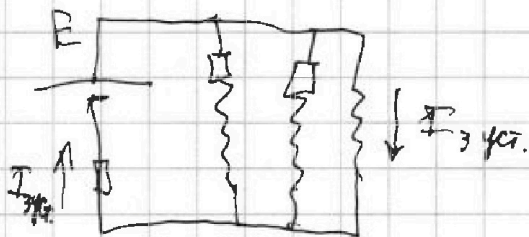


1 2 3 4 5 6 7

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

$$-L \left(\frac{\mathcal{E} E}{R} - 0 \right) + 3L(0 - I_{30}) = -3R \Delta \varphi$$

$$-L \frac{\mathcal{E} E}{R} - \frac{3L \cdot 4E}{19R} = -3R \Delta \varphi$$

$$\frac{-31LE}{19R} = -3R \Delta \varphi$$

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

Ответ: 1) $\frac{4E}{19R}$ 2) $\frac{12E}{19L}$ 3) $\frac{31LE}{57R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

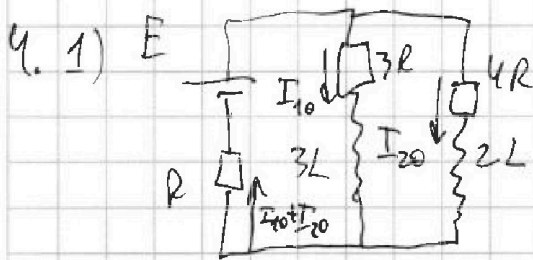
решение которой представлено на странице:



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}

$$3R I_{20} = 4R I_{10}$$

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

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

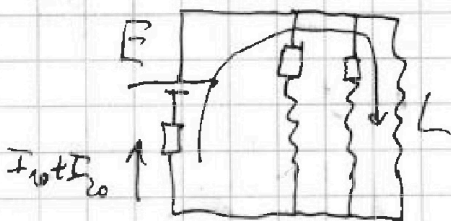
$$I_{10} = \frac{4E}{19R} \text{ . При этом } I_{20} = \frac{3E}{19R}$$

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!



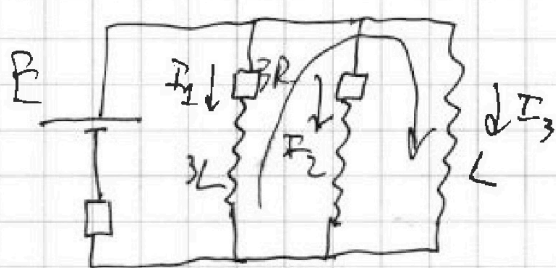
$$E - L\dot{I}_3(0) = (I_{20} + I_{30})R = \frac{7E}{19} \cdot R = \frac{7E}{19}, \text{ где } I_3 - \text{ ток}$$

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

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

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

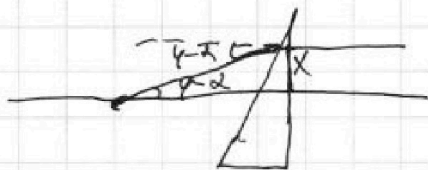
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



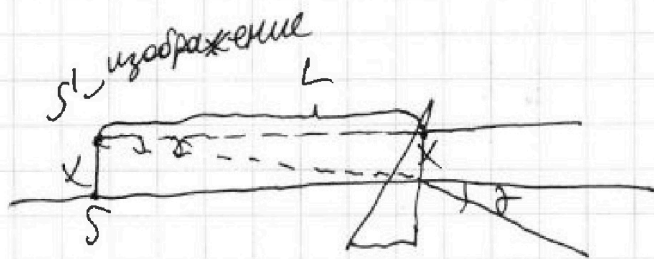
Т.к. толщина
второй призмы

преобразилась мода, то

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

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

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



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

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

будет просто располагаться над источником
(потому что $L = a+h$) 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

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 малыми ($\varphi \approx \sin \varphi \approx \tan \varphi$)

Закон Снеллиа

$$n_2 \alpha = n_2 \beta$$

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

n_2 первого

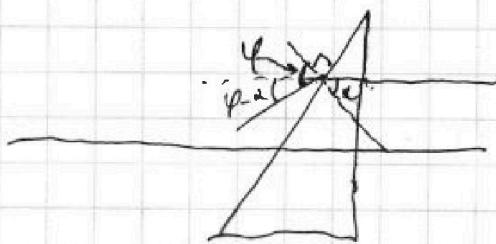
$$\beta = \frac{n_1 \alpha}{n_2}$$

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

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

углу и отклонится луч

2) Фигура Найдем точку луч, когда он после выхода из системы иен будет прямо противоположен "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

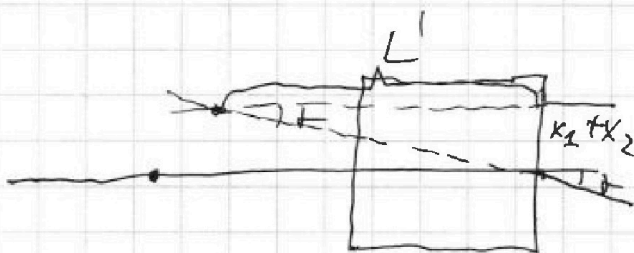
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

Изображение стрелки и ее отражения
образован



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

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

$$= \frac{\alpha(n_2 - n_1)n_0}{\alpha(n_2 - n_1)} \left(\frac{\alpha}{n_0} + \frac{h}{n_1} \right) = \alpha + \frac{h n_0}{n_1} = 90 + \frac{24 \cdot 3}{1,4} = 100 \text{ см}$$

исходники и изображения
изображений

расстояние между

вертикали 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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

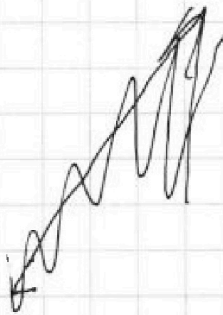
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

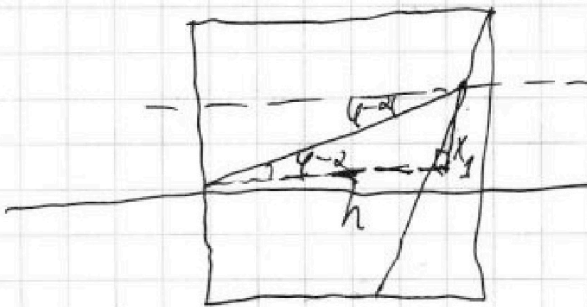
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

будет равно $x_2 = h(\varphi - \alpha) = 0,07 \cdot 109 = 7,73 \text{ см}$

3) Заметим, что луч из п. 1 в данном случае отклонится точно под такой же угол φ (фронтально), 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 φ при этом не изменится (англ. 2), 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 оформить 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. Для QR-кода недоступна!



Handwritten physics notes and diagrams on grid paper. The central diagram shows a rectangular frame with a vertical rod of length \$2a\$ and mass \$m\$ suspended from the top. The rod is supported by two horizontal rods of length \$a\$ and mass \$m\$ attached to the vertical rod at a distance \$a\$ from the top. The horizontal rods are supported by the top corners of the frame. The frame has a width \$2a\$ and height \$2a\$. Various forces \$F_1, F_2, F_3\$ and moments \$M\$ are indicated. Calculations include:

$$F_2 = \frac{2a}{2a} = 1$$

$$F_1 = \frac{2a}{2a} = 1$$

$$F_3 = \frac{2a}{2a} = 1$$

$$M = \frac{2a}{2a} = 1$$

Other notes include:

$$V_2 - V_1 = \frac{2a}{2a} = 1$$

$$V_2 - V_1 = \frac{2a}{2a} = 1$$

$$V_2 - V_1 = \frac{2a}{2a} = 1$$

(Handwritten notes and diagrams on grid paper)

$\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_2}{v_1}$
 $\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{h \cdot \rho \cdot g \cdot h_2}{h \cdot \rho \cdot g \cdot h_1}$
 $\frac{p_2}{p_1} = \frac{h_2}{h_1}$
 $\frac{20}{122} = \frac{h_2}{192}$
 $h_2 = \frac{20 \cdot 192}{122} \approx 31.4$

$F_0 = m \cdot a$
 $F_0 = m \cdot g + k \cdot h$
 $F_0 - k \cdot h = m \cdot a$
 $2000 - 900 = 1500 \cdot a$
 $1100 = 1500 \cdot a$
 $a = \frac{1100}{1500} \approx 0.73$

$F_0 = m \cdot g + k \cdot h$
 $2500 \cdot 0.6 + 600 = F_0$
 $1500 + 600 = 2100$

$F_0 = 2000 + 2400 = 4400$
 $\frac{4400}{1000} = 4.4$

$F_0 = m \cdot g + k \cdot h$
 $2500 \cdot 0.6 + 600 = 2100$
 $2100 - 900 = 1200$
 $1200 = 1500 \cdot a$
 $a = \frac{1200}{1500} = 0.8$

$F_0 = m \cdot a + k \cdot h$
 $1500 \cdot 0.8 + 600 = F_0$
 $1200 + 600 = 1800$

$F_0 = m \cdot a + k \cdot h$
 $1500 \cdot 0.8 + 600 = 1800$
 $1800 - 900 = 900$
 $900 = 1500 \cdot a$
 $a = \frac{900}{1500} = 0.6$

$F_0 = m \cdot a + k \cdot h$
 $1500 \cdot 0.6 + 600 = 1500$

$F_0 = m \cdot a + k \cdot h$
 $1500 \cdot 0.6 + 600 = 1500$

$F_0 = m \cdot a + k \cdot h$
 $1500 \cdot 0.6 + 600 = 1500$

$F_0 = m \cdot a + k \cdot h$
 $1500 \cdot 0.6 + 600 = 1500$



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



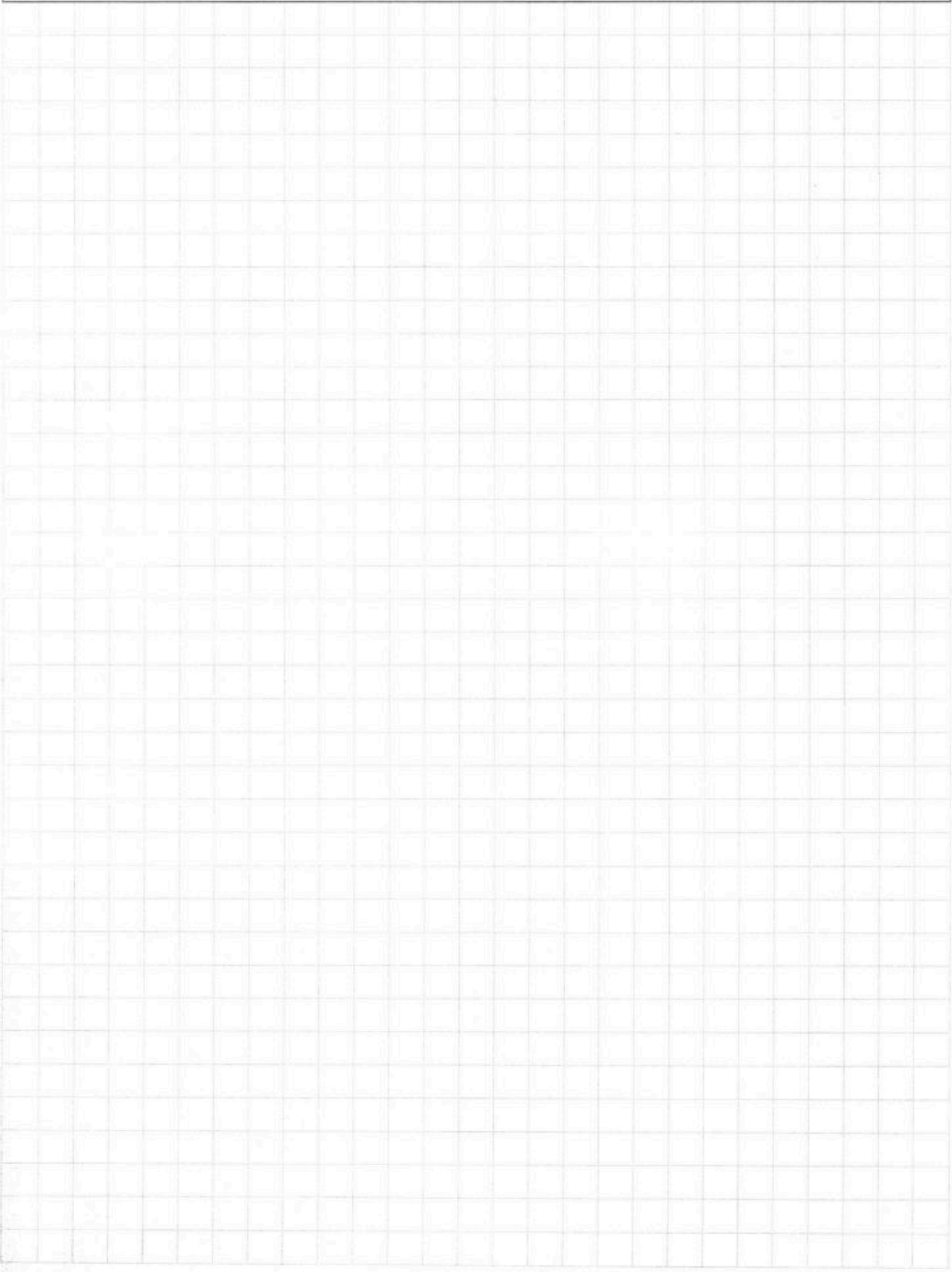
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

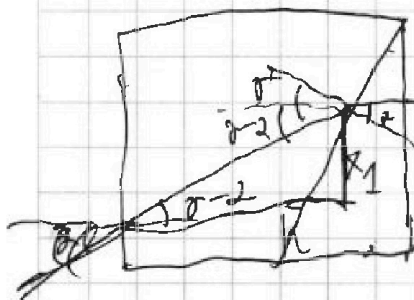
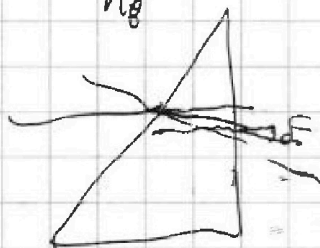
МФТИ

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



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

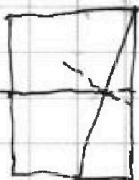
$$\varphi = \frac{d(n_2 - n_1)}{n_0}$$



$$n_2 d - \frac{n_2 d}{n_2}$$

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

$$\delta = \frac{n_2}{n_1} d$$



$$n_2 d = n_2 d$$

$$n_2 d = n_2 \beta$$

$$n_2 (d - \beta) = n_0 \delta$$

$$d = \frac{x_1}{n}$$

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

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

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

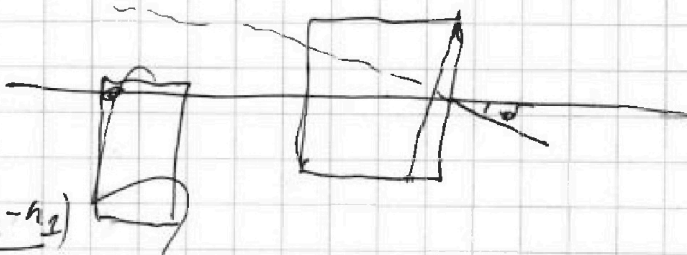
$$\frac{n_2 d}{n_2} = \frac{d(n_2 - n_1)}{n_2}$$

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

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$x_2 = \frac{a \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_3}$$

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

$$7(140,04)$$

$$7 + 9 = 18$$

$$x_1 + x_2 = \frac{a \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_3} + \frac{b \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_1}$$

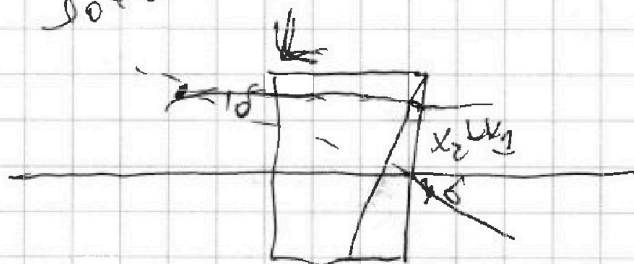
$$x_1 + x_2 = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 100$$

$$= 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ см}$$

$$x_1 + x_2 = a(n_2 - n_1) \left(\frac{1}{n_3} + \frac{1}{n_1} \right)$$

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

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



$$L = \frac{a}{n_3} + \frac{b}{n_1}$$



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

$$L = \frac{x_2 + x_1}{\delta} = \frac{a(n_2 - n_1) \left(\frac{1}{n_3} + \frac{1}{n_1} \right)}{2(n_2 - n_1)}$$

$$L = a + \frac{b}{n_1}$$

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 $U_1 = 110 \text{ V}$ connected to three parallel branches. Each branch contains a resistor $R_1 = R_2 = R_3 = 300 \Omega$. Currents I_1, I_2, I_3 are indicated in each branch.
 - A simplified circuit diagram showing the source U_1 connected to a single equivalent resistor $R_{eq} = 100 \Omega$.
 - A circuit diagram showing the source U_1 connected to a resistor $R_1 = 300 \Omega$ in series with a parallel combination of two resistors $R_2 = R_3 = 300 \Omega$.
- Final Results:**

$I_1 = 0.367 \text{ A}$
 $I_2 = 0.367 \text{ A}$
 $I_3 = 0.367 \text{ A}$
 $P_1 = 40.5 \text{ W}$
 $P_2 = 40.5 \text{ W}$
 $P_3 = 40.5 \text{ W}$

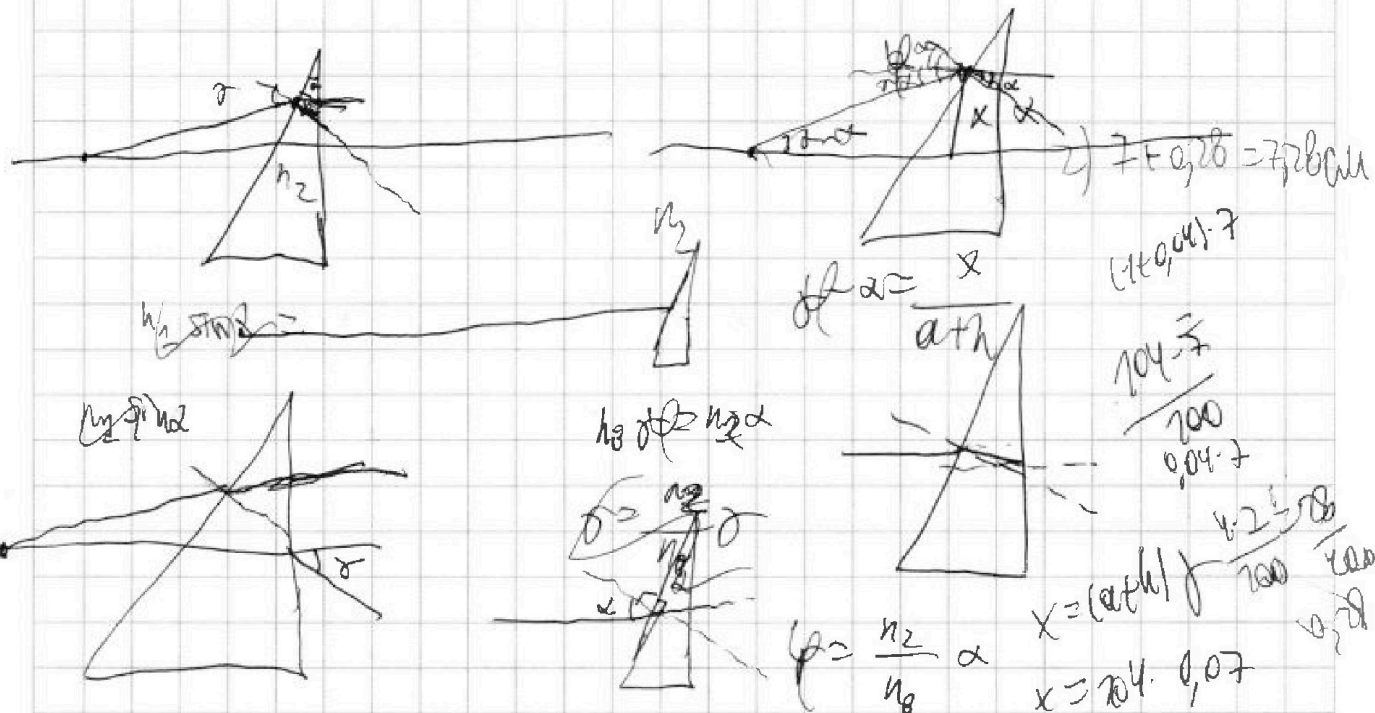
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{1 - 1}{1} = \frac{0,2}{1}$$

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

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

$$n_2 \alpha = n_0 \beta$$

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

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

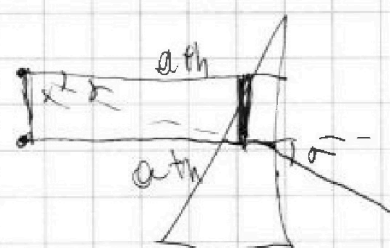
$$\alpha - \beta = \frac{n_2}{n_0} \alpha - \frac{n_0}{n_2} \alpha = \frac{(n_2^2 - n_0^2) \alpha}{n_2 n_0}$$

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

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

$$a + h = L$$

$$\delta = \alpha \frac{n_2 - n_0}{n_0} = 0,2 = 0,02 \text{ рад}$$



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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



Handwritten mathematical work on a grid background, showing various algebraic and calculus derivations. The work includes:

- Top left: A QR code.
- Top center: A header with instructions in Russian and a selection box for task numbers 1-7.
- Top right: The logo of the Ministry of Education and Science of the Republic of Belarus (МФТИ).
- Main body: Extensive handwritten calculations involving variables like p , r , u , y , z , h , and h_0 . The work includes several equations, such as:

$$ST = \frac{1}{1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}}$$

$$p = \frac{5p \cdot r}{5p + r}$$

$$p = \frac{2.4}{3} = \frac{8}{3}$$

$$p - 2p = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$$
- Bottom right: A small boxed equation: $2p = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}$