



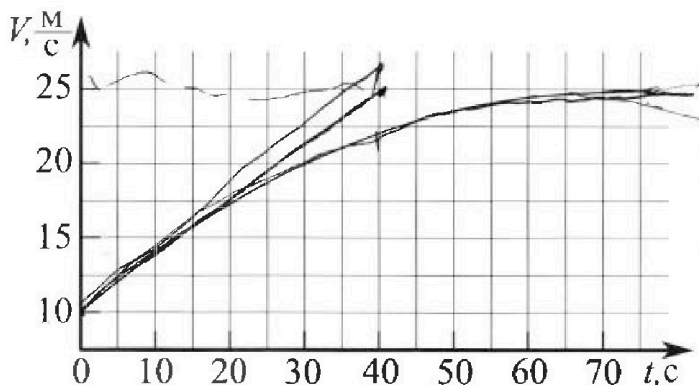
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

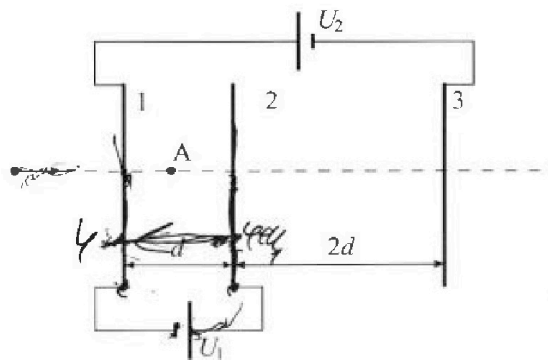
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 Δn 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/(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.

- 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.

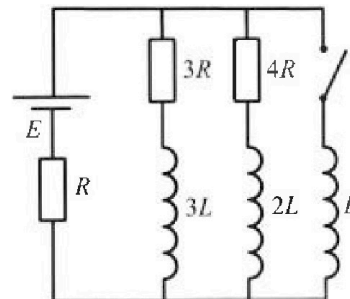


- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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

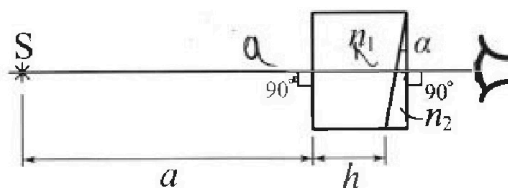


4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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) 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.



- 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

1. 1) Проведём касательную к наименьшему участку графика. Её коэффициент (или угловой коэффициент наклона) будет равен ускорению a_0 . В начальном начале разгона. Видно, что касательная примерно проходит через точку $(40 \text{ с}; 25 \frac{\text{м}}{\text{с}})$. 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

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

$$p_{\text{ж}} V_2 = \left(\nu_2 + \frac{kV}{\chi} (p_0 - p_{\text{ж}}) \right) RT_{\text{ж}}$$

$$(p - 2p_0) \cdot \frac{11V}{20} = \nu_2 RT_{\text{ж}} + \frac{kV}{\chi} RT_{\text{ж}} (p_0 - p + 2p_0)$$

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

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

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

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

$$\frac{2}{55} \frac{T}{T_0} - \frac{1}{20} \frac{T}{T_0} + \frac{5}{16} \frac{T}{T_0} = \frac{9}{8} + \frac{11}{20}$$

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

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

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:

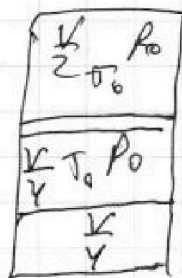
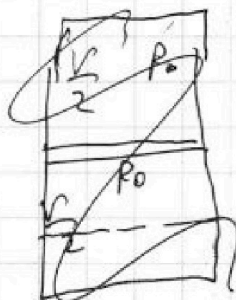
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

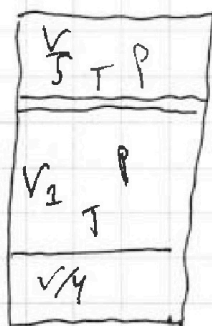
начальное кол-во вещ-ва углекислого газа
равно ν_2 . Тогда

$$P_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \Rightarrow \nu_1 = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$$

$$P_0 \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0 \Rightarrow \nu_2 = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

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

2)



объем газа в каждой
части равен

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

Пусть давление в сосуде

равно P . Тогда

$$P \frac{V}{5} = \nu_1 R T_0 \Rightarrow P = \frac{5 \nu_1 R T_0}{V} = \frac{5 \cdot \frac{P_0 V}{2 R T_0} \cdot R T_0}{V} = \frac{5 P_0}{2 T_0}$$

$P = P_{\text{атм}} + P_{\text{гг}} = 2 P_0 + P_{\text{гг}}$, где $P_{\text{гг}}$ - парциальное
давление углекислого газа, а $P_{\text{атм}}$ - парциальное

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!

3. Пусть напряжённость поля между сетками 1 и 2 равна E_n . Тогда

$$U_1 = E_n d$$

$$E_n = \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d}$$

$$qE_n = ma$$

$$a = \frac{qU}{md} - \text{исканное ускорение}$$

2) ~~E_n~~ ~~будет~~ Напряжённость поля между сетками 1 и 2 будет направлена от ~~сетки~~ сетки 2 к сетке 1, поэтому с учётом $q > 0$, частица будет замедляться, значит $K_1 - K_2 > 0$

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

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:

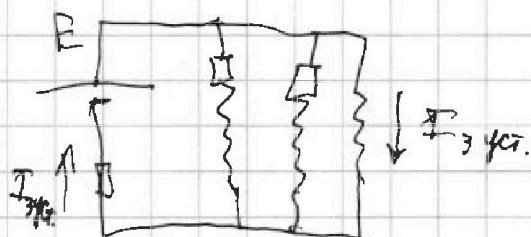
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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 $E = I_{3уст} R$ $I_{3уст} = \frac{E}{R}$. окончательно

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

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

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

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

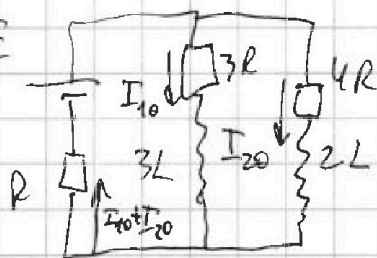
Ответ: 1) $\frac{4E}{12R}$ 2) $\frac{12E}{12L}$ 3) $\frac{31LE}{57R^2}$



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!

Ч. 1)



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

Пусть через $4R$ течёт ток I_{20}

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

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

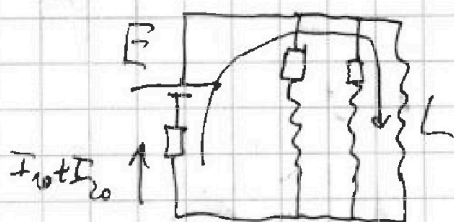
$$E = I_{10} \cdot 3R + (I_{10} + I_{20}) \cdot R = 3I_{10}R + \frac{7}{4} I_{10}R = \frac{19I_{10}R}{4}$$

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

2) Сразу после замыкания ключа

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

По правилу Кирхгофа для обозначенного контура



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!

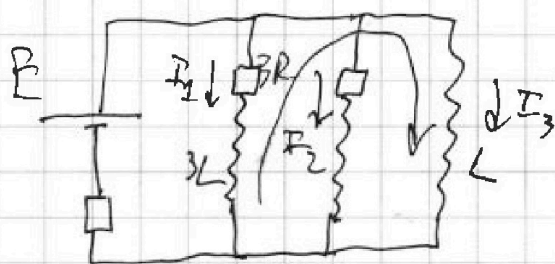
$$E - L\dot{I}_3(0) = (I_{20} + I_{20})R = \frac{7E}{19} \cdot R = \frac{7E}{19}, \text{ где } I_3 - \text{ток}$$

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

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

в катушке
индуктивностью
 L , $\dot{I}_3$ - его производ-
ная по времени.
(скорость роста)

3) Расставим токи в произвольный момент
времени



2 правило Кирхгофа
для замкнутого
контура

$$-L\dot{I}_3 + 3L\dot{I}_1 = -3I_2 R \text{ или}$$

$$-L \frac{dI_3}{dt} + 3L \frac{dI_1}{dt} = -3I_2 R \quad | \cdot dt$$

$$-L dI_3 + 3L dI_1 = -3I_2 R dt = -3R dq, \text{ где } dq - \text{малый}$$

заряд, протекающий через резистор с сопротив-
лением $3R$. 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
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

Таким образом, искомое расстояние равно

$$\sqrt{3^2 + 4^2} = (5 \text{ см})$$

Ответ: 1) 0,02 рад 2) 2,28 см 3) 5 см

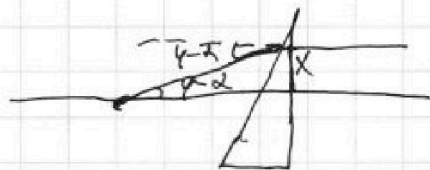
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



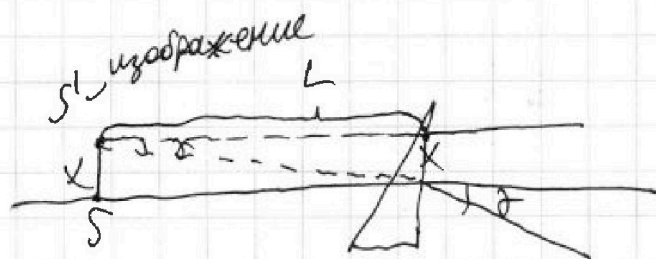
Т.к. толщина
второй призмы

преобразилась молла, то

$$\tan(\gamma - \alpha) \approx \gamma - \alpha = \frac{x}{a+h}$$

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

Изображение источника будет находиться
на пересечении продолжений луча
из п. 1 и луча, который
мы рассматривали сейчас. При этом
смещением первого можно пренебречь.



$$\tan \gamma = \gamma = \frac{x}{L}$$

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

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 дальнейшем все углы считаем малыми ($\varphi \approx \sin \varphi \approx \tan \varphi$)

Законы Снелла

$$n_1 \alpha = n_2 \beta$$

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

n_2 первого

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

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

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

угол и отклонится луч

2) Найдём точку луч, чтобы он после выхода из системы был параллелен лучу, который "источник - глаз"

Закон Снелла

$$n_2 \alpha = n_1 \varphi$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐

2 ☐

3 ☐

4 ☐

5 ☒

6 ☐

7 ☐

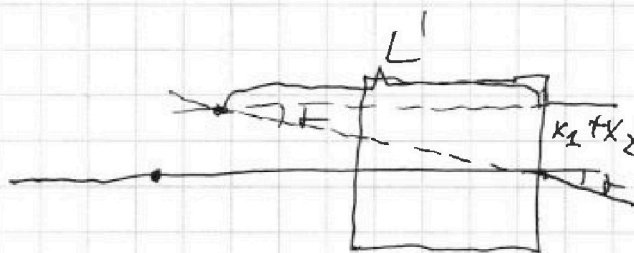
МФТИ

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

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

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

Изображение строим аналогичным
образом



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

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

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

источники и изображения
изображений по

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

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

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

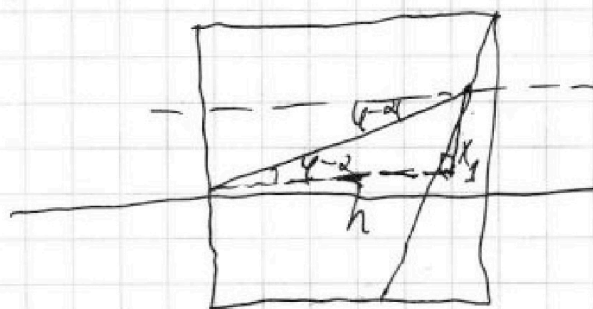
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

3) Заметим, что луч из п. 1 в данном случае отклонится точно на такой же угол γ , т.к. он падает перпендикулярно этой грани, опять найдём такой луч, чтобы он после выхода из системы был параллельно прямой „источник-наблюдатель“.



Его ~~снова~~ предположим на границе ~~и~~ при этом не изменится ^(англ.), поэтому рассмотрим его ход в левой призме.



Вертикальное Расстояние, на которое луч сдвигается в ней будет равно

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

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

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

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





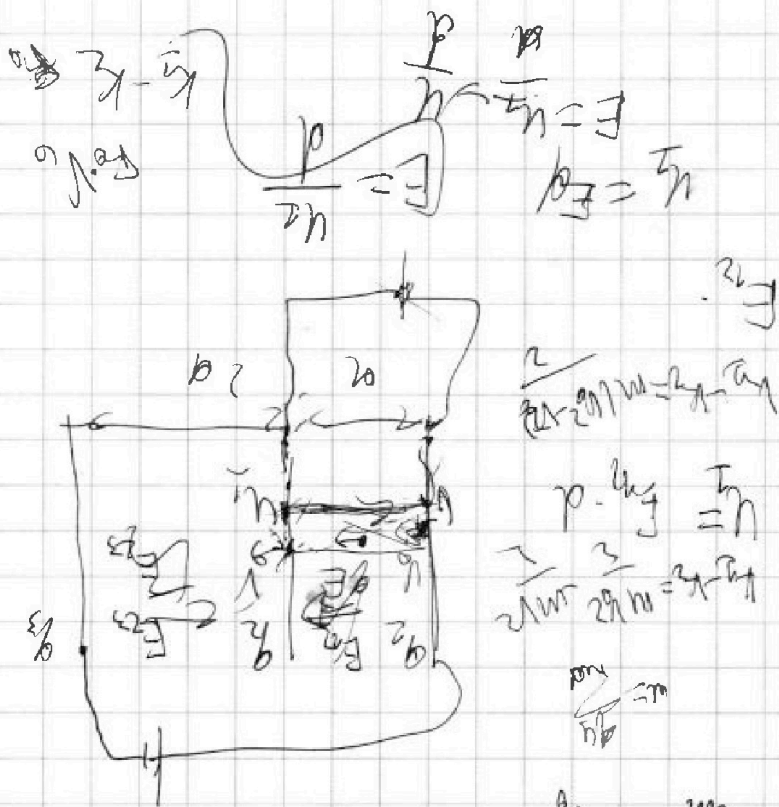
На одной странице можно оформить только одну задачу.

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. Поля QR-кода недоступны!

МФТИ





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. (Поча QR-кода неолучается!)

МФТИ

$$a = \frac{a_0}{V}$$

$$a = \frac{a_0}{V} \approx \frac{7.5}{7.8} \approx 0.96 \frac{m}{s^2}$$

$$F = kV$$

$$F_0 = F_0 = 1.14 kV +$$

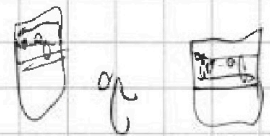
$$F_0 - kV = m a_0$$

$$F_0 = m a_0 + kV_0$$

$$F = kV$$

$$F = kV$$

$$F = kV$$

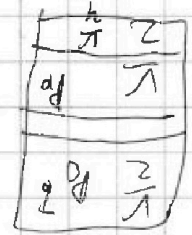


$$F_0 = m a_0 + \frac{F_0}{V} V_0 = 2500 \cdot 0.6 + 600 \cdot 10$$

$$0.96 = \frac{V_0}{V} (F_0 - F_0)$$

$$F_0 = kV (F_0 - F_0)$$

$$F_0 = kV$$



$$F_0 = kV$$

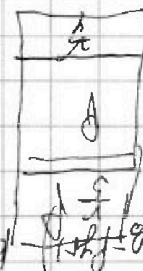
$$F_0 = kV$$



$$F_0 = kV$$

$$F_0 = kV$$

$$F_0 = kV$$



$$F_0 = kV$$

$$F_0 = kV$$



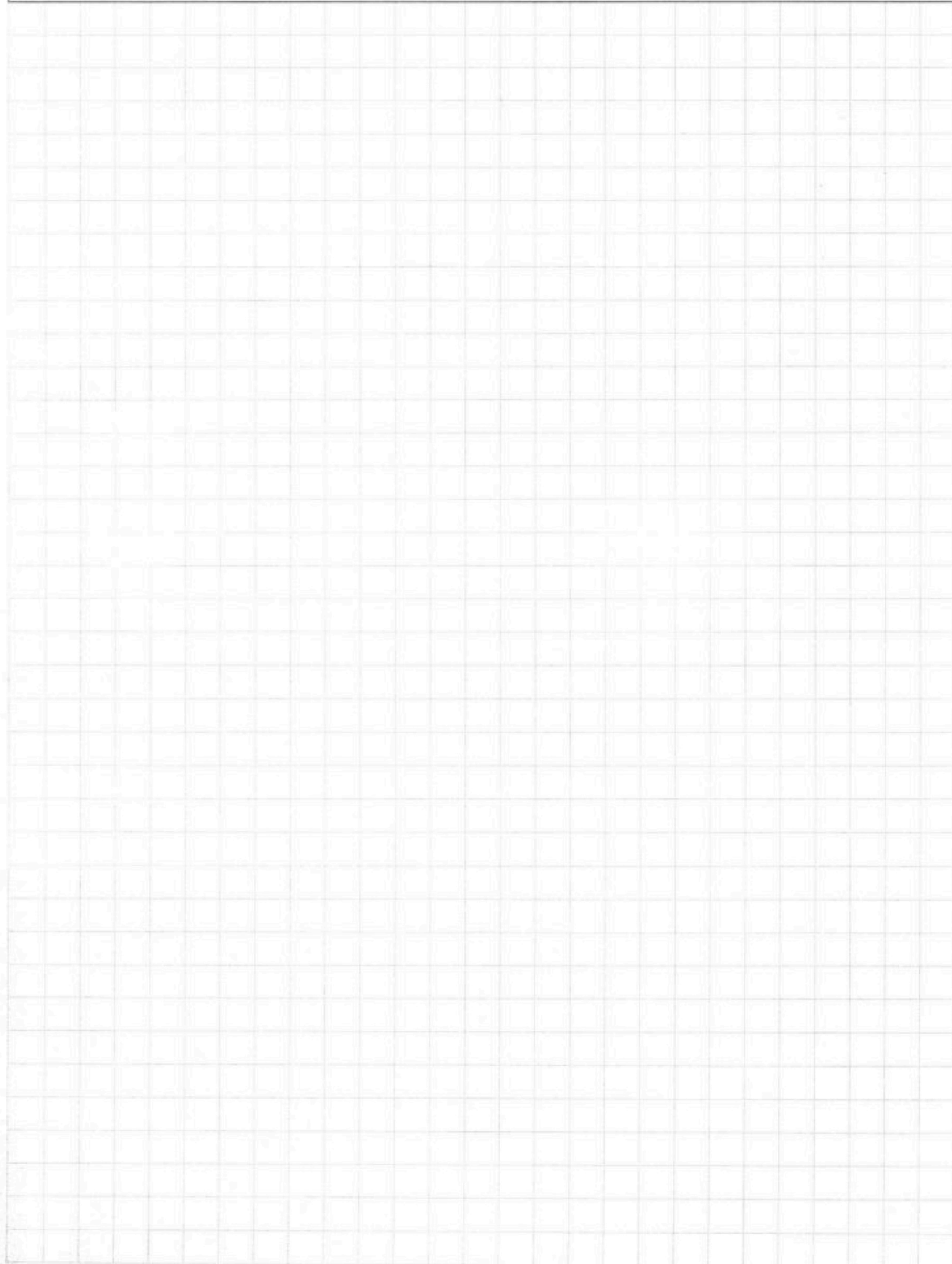
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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!



$$x_2 = \frac{a \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_8}$$

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

$$7(140,04)$$

$$7 + 928$$

$$x_1 + x_2 = \frac{a \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_8} + \frac{h \cdot 2(n_2 - n_1)}{n_1}$$

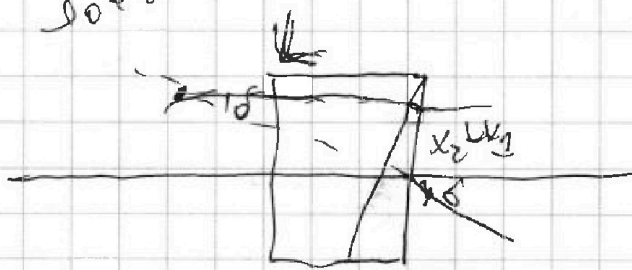
$$x_1 + x_2 = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 100$$

$$= 10,3 = 3 \text{ см}$$

$$x_1 + x_2 = a(n_2 - n_1) \left(\frac{2}{n_8} + \frac{h}{n_1} \right)$$

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

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



$$L = \frac{a \cdot h}{n_8} + \frac{h}{n_1}$$



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

$$L = \frac{x_2 + x_1}{\delta} = \frac{a(n_2 - n_1) \left(\frac{2}{n_8} + \frac{h}{n_1} \right)}{2(n_2 - n_1)}$$

$$L = a + h \frac{n_8}{n_1}$$

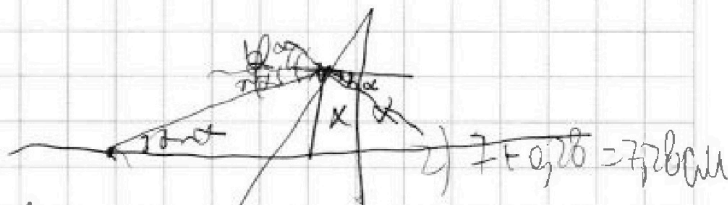
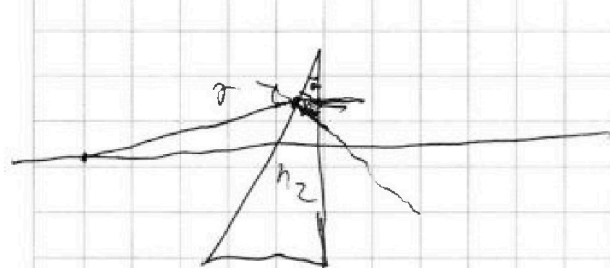
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$n_2 \sin \alpha =$$



$$x = \frac{a \sin \alpha}{n_2}$$

$$(1 + 0,04) \cdot 7$$

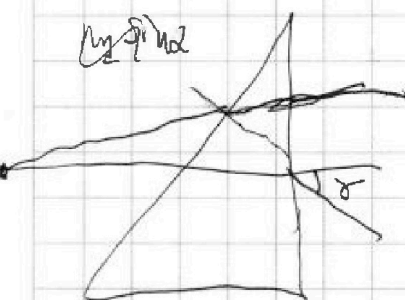
$$104 \cdot 7$$

$$\frac{728}{1,04} = 700$$

$$x = 700 \cdot 0,07$$

$$x = 49$$

$$x = 49 \cdot 0,07$$



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

$$x = (a \sin \alpha) \frac{n_2}{n_0}$$

$$\frac{1,7 - 1}{1} = \frac{0,7}{1}$$

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

$$\frac{x(n_2 - n_0)}{n_0} = \frac{x}{a \sin \alpha}$$

$$n_2 \alpha = n_0 \beta$$

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

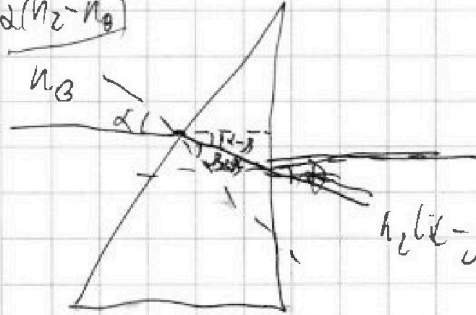
$$x = (a \sin \alpha) \frac{n_2}{n_0}$$

$$x = (a \sin \alpha) \frac{n_2}{n_0}$$

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

$$x = \frac{(n_2 - n_0) a \sin \alpha}{n_0}$$

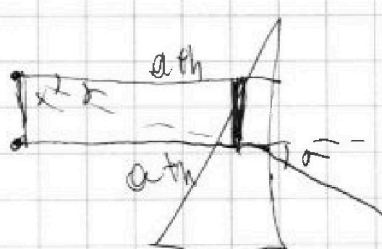
$$\frac{n_2 \alpha}{n_0} - \alpha$$



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

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

$$a \sin \alpha = L$$



$$\alpha = \frac{n_2 - n_0}{n_0} = 0,7 = 0,07 \text{ рад}$$

$$x = \frac{x}{a \sin \alpha}$$

$$x = \frac{x}{L} = \frac{a \sin \alpha}{L}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2
□

3
□

4
□

5

6

7

МФТИ

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

$$\left(\frac{S_1}{S_2} - 2 \right) \cdot \frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{\frac{a_1}{a_2} + \frac{n}{kT}} - \left(\frac{S_1}{S_2} - 1 \right)$$

$$\frac{5 \text{ Pol } \cancel{\text{Kl.}}}{\cancel{\text{Pol } \text{Kl.}}} = \frac{X}{\cancel{\text{Pol } \text{Kl.}}} \cdot \frac{\cancel{\text{Pol } \text{Kl.}}}{\cancel{\text{Pol } \text{Kl.}}}$$

$$\rho_{\text{me}} = \frac{Z_{\text{L}}}{Z_{\text{R}}}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{5.8 \times 10^{-10}} - \frac{1}{2.4 \times 10^{-10}} = 1.7 \times 10^9 \text{ m}^{-1}$$

$$5\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} = 20 \cdot 3 \cdot 2 = 120$$

$$d - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + 2d \quad d - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + 2d$$

$$(0/2 \rightarrow 1) \rightarrow 0$$

$$\left(\frac{50 \text{ MeV}}{kT} - 20 \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{p_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + k \sqrt{\frac{\lambda}{2\pi}} (3p_0 - p_1)$$

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \frac{V}{2} + \frac{V}{2R_3} = \frac{V}{R_4} \quad (p-2b)$$

$$\frac{a_{\text{H}_2\text{O}}}{P} = P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$KOT = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{12}{5T}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{12}{5 \times 1.5}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{12}{7.5}} = \frac{2}{3} \sqrt{1.6} = \frac{2}{3} \times 1.2649 = 0.8433$$

$$f = \frac{1}{\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}} = \frac{1}{\frac{1}{50} + \frac{1}{100}} = 33.33 \text{ cm}$$

$$\frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \frac{8}{-3} + \frac{8}{\sqrt{3}} = -\frac{16}{\sqrt{5}} + \frac{8\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$