

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

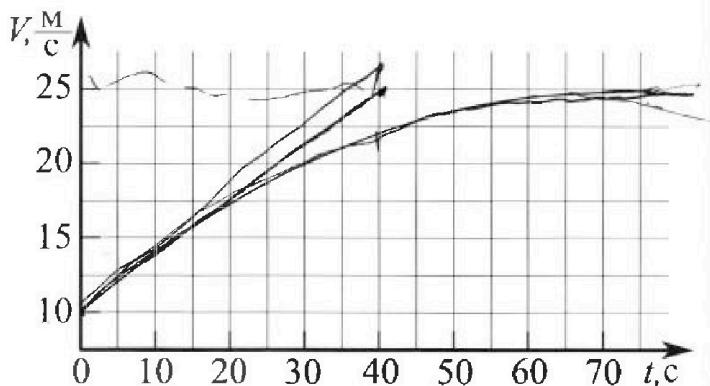


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 ориентировано 10%.

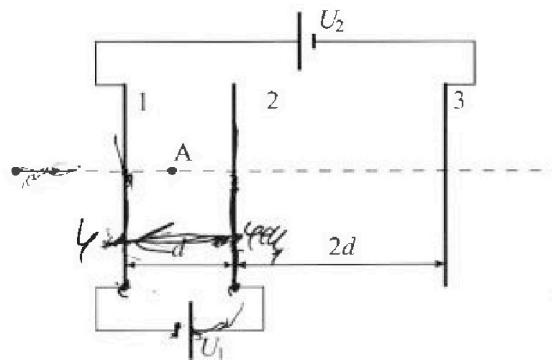


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. 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 объема 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 А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 11-03

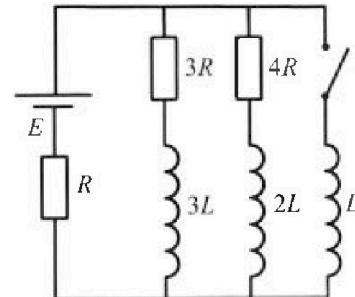
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



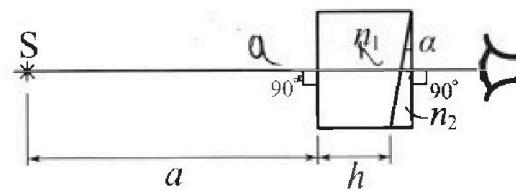
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. Затем ключ замыкают.

- 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?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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) Проведём касательную к начальной
участку графика. Её козоравицент α_0 —
угловой козоравицент начальной α -линии
равен ускорению a_0 . В этот момент начале
разгона. Видно, что касательная
примерно проходит через точку $(25 \frac{m}{c},$
 $40 c)$. Тогда

$$\alpha_0 = \frac{25 - 10}{40} = \frac{15}{40} = \frac{3}{8} \frac{m}{c^2} = 0,375 \frac{m}{c^2} \approx 0,4 \frac{m}{c^2}$$

2) $F_0 - F_{c0} = m\alpha_0$, где F_{c0} — сила
сопротивления в начальной разгоне.
 $F_{c0} \geq KV_0$, где K — коэффициент пропорциональности,
а $V_0 = 10 \frac{m}{c}$ — скорость в начальной
разгоне. В конце разгона скорость
равна $V_K = 25 \frac{m}{c}$, сила Тогда $F_c \geq 600 N$.

При этом $F_c = KV_K$ (т.к. $\alpha_0 = 0$)

$$K = \frac{F_c}{V_K} = \frac{600}{25} = 24 \frac{N \cdot c}{m}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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

Тетя

$$F_0 = F_{c0} + mg_0 = kV_0 + mg_0 \approx 24 \cdot 10 + 1500 \cdot 9,8 = \\ = 240 + 600 = 840 \text{ Н}$$

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

Ответ: 1) $a_0 \approx 0,9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 2) $P_0 \approx 840 \text{ Вт}$ 3) $P_0 \approx 8,4 \text{ кВт}$



- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 кон-ва влаги фиксировано
тогда равно

$$\Delta P_{\text{fr}} = \frac{kV}{q} (P_0 - P_{\text{fr}}) \quad \text{Уравнение Менделесова}$$

Количество пара при этом

$$P_{\text{fr}} V_1 = \left(\frac{P_0}{2} + \frac{kV}{q} (P_0 - P_{\text{fr}}) \right) \cdot R T_0$$

$$(P - 2P_0) \cdot \frac{11V}{20} = \frac{P_0}{2} R T_0 + \frac{kV}{q} R T_0 (P_0 - P + 2P_0)$$

$$\left(\frac{5P_0 T_0}{2T_0} - 2P_0 \right) \cdot \frac{11V}{20} = \frac{P_0 V}{4R T_0} + \frac{kV R T_0}{q} \left(3P_0 - \frac{5P_0 T_0}{2T_0} \right)$$

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

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

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

$$\frac{2}{55} \frac{T}{T_0} - \frac{1}{40} + \frac{5}{15} \frac{T}{T_0} = \frac{2}{8} + \frac{11}{20}$$

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

$$\text{Ответ: 1) 2. 2) } \frac{178}{265} \text{ 3) } \frac{178}{165}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

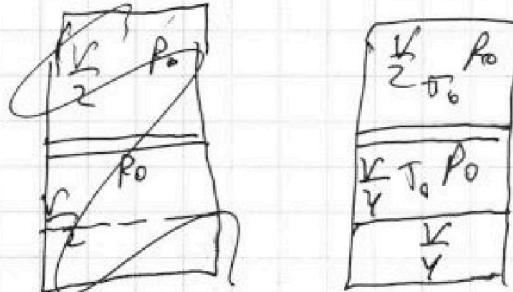
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

2. 1)



Гусь в карбо
бенз-ва гени
равно \dot{V}_2 , а

наименьшее карбо бенз-ва углекислого газа
равно $\dot{V}_2 \cdot T_0$

$$P_0 \frac{V_2}{2} = \dot{V}_2 R T_0 \quad \Rightarrow \quad \dot{V}_2 = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$$

$$P_0 \frac{V_2}{4} = \dot{V}_2 R T_0 \quad \Rightarrow \quad \dot{V}_2 = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{\dot{V}_2}{\dot{V}_2} = 2$$

2)



одинаким газа в маке
части равен

$$V_2 = \frac{4V - V}{5} = \frac{3V}{5}$$

Гусь давление в сосуде

равно P . Газ

$$P \frac{V}{5} = \dot{V}_2 R T_0 \quad \Rightarrow \quad P = \frac{5 \dot{V}_2 R T_0}{5V} = \frac{5 \cdot P_0 V \cdot R T_0}{2 R T_0 \cdot V} = \frac{5 P_0 T_0}{2 V}$$

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

2

4

6

7

МФТИ



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

3. ДРУГИЕ напряжённости в поле между сетками
1 и 2 равны E_2 , Где

$$U_1 = E_2 d$$

$$E_2 = \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d}$$

$$qE_2 = md$$

$$\left(a = \frac{q U}{md} \right) - \text{искомое ускорение}$$

2) ~~E_2~~ Напряжённость поля между сетками
1 и 2 будет направлена от сетки 2
к сетке 1, поэтому с учётом $q > 0$,
заряд будет замедляться, значит $K_1 - K_2 > 0$

$$K_1 - K_2 = qU \quad (qU - модуль работы ЭЛ. поля)$$

3). Т.к. изолированные 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 |
| <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!

Будет равна 0 и частота будет
движаться 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
равномерном движении будем времем

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

$$v_0^2 - v_A^2 = \frac{ad}{2} = \frac{9U}{2m}$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{9U}{2m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{9U}{2m}}$$

Ответ: 1) $\frac{9U}{m}$ 2) $9U$ 3) $\sqrt{v_0^2 - \frac{9U}{2m}}$



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

8 установившись режим колебаний ма
котушки с фланцами О, позитив колебаний
на регистрах 3R и 4R тоже О, как и
таки через них.



Пуск ток через

катушку L в уст.
режиме работы I_3yst

$$\text{Тогда } E \approx I_3yst R \quad I_3yst = \frac{9E}{R} \text{. окончательно}$$

получим

$$-L \left(\frac{\frac{9E}{R}}{R} - 0 \right) + 3L(0 - \frac{9E}{R}) = -3R \Delta q$$

$$-L \frac{9E}{R} - \frac{3L \cdot 9E}{19R} = -3R \Delta q$$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

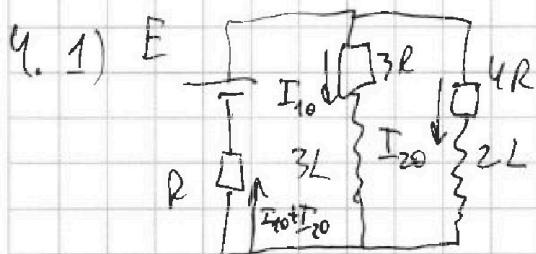
решение которой представлено на странице:

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



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

Рассмотрим через 4R течет ток I_20

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

$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10} . \text{ Решение ? правило Кирхгофа}$$

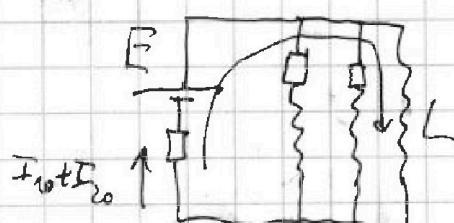
$$E = I_{10} \cdot 3R + (I_{10} + I_{20}) \cdot R = 3I_{10}R + \frac{7}{4} I_{10}R = \frac{29}{4} I_{10}R$$

$$I_{10} = \frac{4E}{29R} . \text{ При этом } I_{20} = \frac{3E}{29R}$$

2) Среди всех замкнутых контуров

таки через все элементы цепи не
изменяется по сравнению с токами
по замкнутым

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 |
| <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!

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

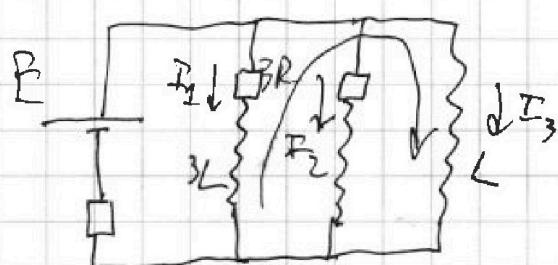
$$L \dot{I}_3(0) = \frac{12E}{19}$$

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

в катушке
изменчивостью

L , \dot{I}_3 - это производ-
ный по времени.
(скорость роста)

3) Параллельные токи в производивности меняют
время



2) определить выражение
запаса обозначенного
контура

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

$$-L \frac{dI_3}{dt} + 3L \frac{dI_1}{dt} = -3I_2 R / dt$$

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

заряд, протекший 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 проходит 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"/> |

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

МФТИ

Таким образом, искомое расстояние равно

$$\sqrt{3^2+4^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,02 м 2) 2,28 см 3) 5 см



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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



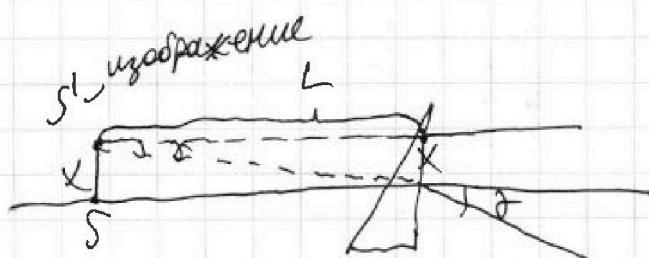
т.к. ~~также~~ второй призмы

представляет собой, то

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

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

изображение источника будет находиться
на пересечении продолжений лучей
из n=1 и луча, ~~который~~ который
мы рассматривали сейчас. При этом
изображение первого можно пренебречь.



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

$L = \frac{x}{\delta} = \alpha h$. Так как образец, изображение
будет просто перенесенное из источника
(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. $n_1 = n_8$, то первые преломления можно
зиграт. В дальнейшем все углы считаю
меньшими ($\varphi \approx 5^\circ \approx 6^\circ$)

Законы Снеллиса

$$n_1 \alpha = n_2 \beta$$

$$n_2 (\alpha - \beta) = n_8 \gamma$$

из первого

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

$$n_2 \alpha \frac{(n_2 - n_1)}{n_2} = n_8 \gamma$$

$$\gamma = \frac{\alpha (n_2 - n_1)}{n_8} = \frac{0,1 \cdot 0,7}{1} = 0,07 \text{ рад} \quad - \text{на самом}$$

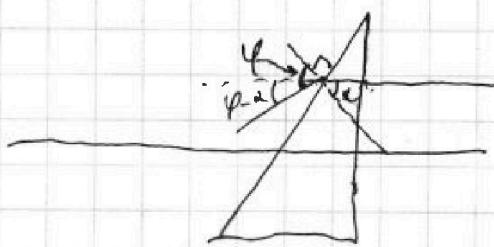
угол и откладывается луч

2) Рассмотрим второй луч, который
он после выхода из системы идёт
вправо при малом углении, источник - "глаз"

Закон синуса

$$n_2 \alpha = n_1 \varphi$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



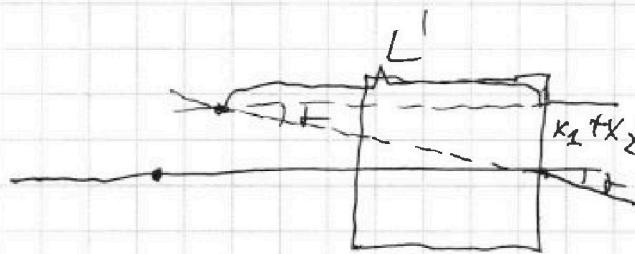
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

Изображение стекла и малых членов
образует



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

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

$$= \frac{\alpha(n_2 - n_1)n_0}{\alpha(n_2 - n_1)} \left(\frac{a}{n_0} + \frac{h}{n_1} \right) = a + \frac{hn_0}{n_1} = 90 + \frac{14 \cdot 3}{3,4} = 100 \text{ см}$$

исходный изображенный
изображения

расстояние между
вертикально разбито

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

$$x_1 + x_2 = 3 \text{ см}$$

по горизонтали

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

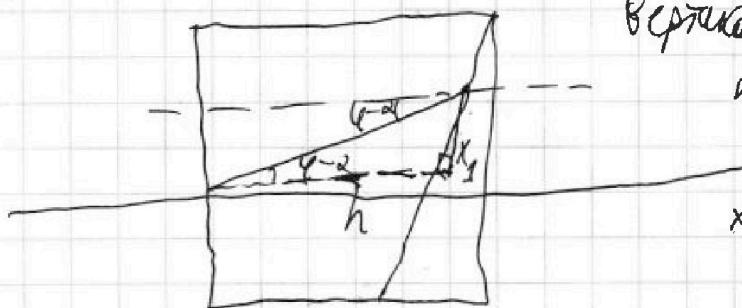
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Угол равен $x^2 = \arctan(0,07) = 0,07 \cdot 10^4 = 7,78 \text{ см}$

3) Заметим, что угол из п. 1 в данном случае откладывается точно на такой же угол φ , т. к. он подает перпендикульно этой грани, опять наайдем такой угол, чтобы он после выхода из стекла шел параллельно прямой, исходящей из

Его (это предположим) на границе n_1 при этом не изменится (^{закон} n_2), поэтому рассмотрим это ход

в левый призме



Вертикальные расслоение, на
которое луч сходит в левый призм

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

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

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

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



$$\frac{f(x)}{g(x)} = \frac{2x}{x^2}$$

$$\frac{w}{\sqrt{g}} = \frac{r}{0}$$

$$\frac{z}{\sqrt{m}} - \frac{f^2}{\sqrt{m}} = g - h$$

$y = 2x + 6$

$$\mu = \frac{n_2}{n_1 - n_2}$$

$$\frac{25S}{S-2} = \frac{25}{2}$$

$$\frac{\partial S_2}{\partial x} - \frac{\partial S_2}{\partial y} = 1$$

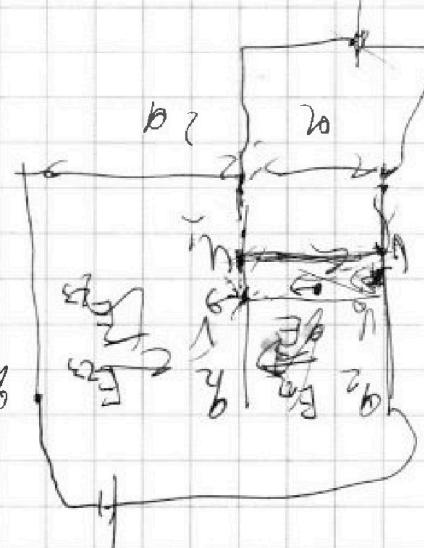
get = get + 091

$$(6+3g)^2$$

$$\frac{m}{n} \in \mathbb{Q}$$

$$m = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$\frac{p}{p_0} \cdot \frac{x}{p_0} = \frac{x}{p_0 p_0} \Rightarrow p = \frac{x}{\frac{p_0}{p_0 - x}}$$



$$\frac{762}{82} = \frac{765}{68.2} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$$

$$V = \frac{102}{21 - 20}$$

$$\frac{9\%}{60 \text{ yrs}} = \frac{0.1}{1} \frac{0.8}{\$91}$$

$$h = \pi r = \pi d / 2$$

$$\overline{h_3 + Sh} = \overline{(St + \alpha - 0.1)} \quad \text{II}$$

$$\frac{m}{n} = \overline{m} \in \overline{\mathbb{Q}} = \mathbb{R}$$

Beon otmegeho Sosie ozhon zarahan nizn he otmegeho hu ozhon zarahan.

seine Rolle von Hauptdarstellerin der Erfahrung

110

Однородные аптечные салоны

БЪРВЕ БИТО РУРИ ГОДИНИДОФУ ОНКОМ АРИАДА ИОНГО ВН



МФТИ

$$\frac{0.2}{\Delta L} = \frac{0.2}{15 - 192}$$

$$\frac{1}{T} = \frac{S}{Th}$$

~~101-#173~~

$$\frac{h}{l} = kP_1$$

$$B^2 \Delta r + B^2 = \Delta r^2 + B^2$$

600 11
- 32
089

$$(f(x) - g(x))^2 \frac{h}{\sqrt{h}} = h f'(x)$$

$$0.6 = \frac{1}{9} \cdot 0.005$$

$$(ad^{-1}(h)) \frac{h}{\lambda} = h$$

$$f \in \mathcal{F}_k^{\text{opt}}$$

1

$$n = 4$$

$$\frac{2\theta}{W} \cdot 96 \approx \frac{8.4}{5/2} = \frac{33.6}{5} = 6.72$$

$$\frac{d\theta}{dt} = 0$$

Each Omega-3-rich source contains a different combination of the three main omega-3s found in fish oil.

□ □ □ □ □ □ □ □

--	--	--	--	--	--	--

1 2 3 4 5 6 7

:эпин





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!

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"/> |

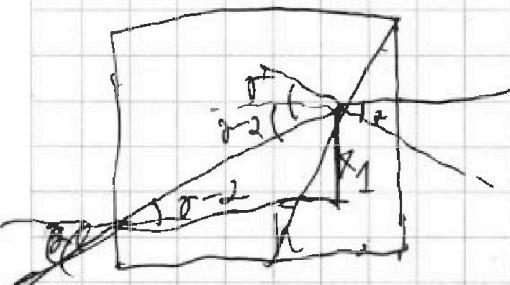
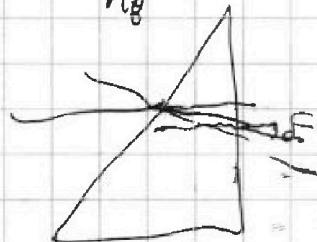
МФТИ.



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

$$\frac{n_2 \alpha (n_2 - n_3)}{n_2} = n_3 \delta$$

$$\delta = \frac{\alpha (n_2 - n_3)}{n_2}$$



$$n_3 - n_2 \alpha$$

$$\alpha (n_2 - n_3)$$

$$\delta = \frac{n_2}{n_3} \alpha$$



$$n_2 \alpha = n_3 \delta$$



$$n_2 (\alpha - \beta) = N_2 \cdot \delta$$

$$\alpha^2 = \frac{x_1}{n}$$

$$n_2 \alpha = n_3 \beta$$

$$x_2 = n_2 \cdot 2(n_2 - n_3)$$

$$\frac{n_2 \alpha (n_2 - n_3)}{n_2} = n_3 \delta$$

$$\beta = \frac{n_2 \alpha}{n_3}$$



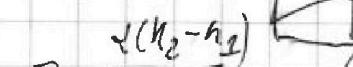
$$\delta = \frac{\alpha (n_2 - n_3)}{n_2}$$

$$\frac{\alpha (n_2 - n_3)}{n_2} = \frac{x_2}{\alpha}$$

$$n_2$$

$$\alpha^2 = \frac{n_2}{n_2} \alpha - \alpha$$

$$= \frac{\alpha (n_2 - n_3)}{n_2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$x_2 = \frac{Q}{n_0} \cdot 2(n_2 - n_1)$$

$$7 \cdot 10^4$$

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

$$+ (1 + 0,04)$$

$$x_1 + x_2 = \frac{Q}{n_0} \cdot \frac{2(n_2 - n_1)}{n_1} + \frac{Q(n_2 - n_1)}{n_1}$$

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

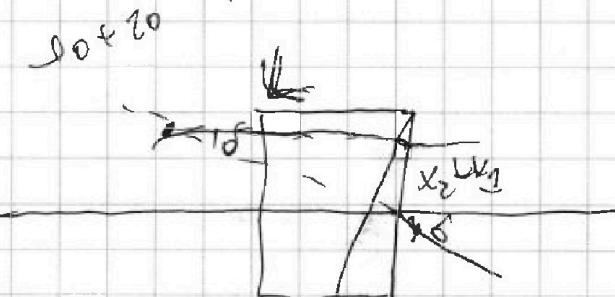
$$\frac{n_2 - n_1}{n_1} \cdot \frac{Q}{L}$$

$$= 10,03 = 3 \text{ см}$$

$$x_1 + x_2 = Q(n_2 - n_1) \left(\frac{R}{n_0} + \frac{h}{n_1} \right)$$

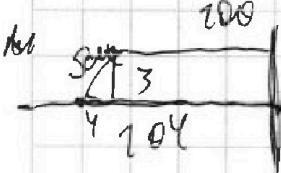
$$\frac{90}{1} + \frac{14}{14}$$

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



$$L - h = \frac{Q}{n_0} \cdot \frac{n_0 h}{n_1}$$

$$h = 100$$



$$S = \frac{x_2 - x_1}{L}$$

$$L = \frac{x_2 - x_1}{S} = \frac{Q(n_2 - n_1) \left(\frac{R}{n_0} + \frac{h}{n_1} \right)}{Q(n_2 - n_1)}$$

$$L = \frac{h}{n_1} + \frac{Q}{n_0}$$

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"/> |

МФТИ

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

$$\begin{aligned} & \text{Задача 1:} \\ & \text{Схема цепи: } \text{две ветви параллельно, общая нагрузка } 120 \text{ В.} \\ & \text{Уравнения:} \\ & 1) 120 = 20 + 2I_1 + 3I_2 \\ & 2) 120 = 20 + 2I_1 + 3I_2 \\ & 3) I_1 = I_2 \\ & 4) 120 = 20 + 2I_1 + 3I_1 \\ & 5) 120 = 20 + 5I_1 \\ & 6) I_1 = 20 \\ & 7) I_2 = 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{120}{3h} = I_1 \\ & h = \frac{120}{3I_1} = 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Задача 2:} \\ & \text{Схема цепи: } \text{параллельные ветви с общим источником тока } 2A. \\ & \text{Уравнения:} \\ & 1) 2 = I_1 + I_2 \\ & 2) 2 = I_1 + I_2 \\ & 3) I_1 = I_2 \\ & 4) 2 = 2I_1 \\ & 5) I_1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Задача 3:} \\ & \text{Схема цепи: } \text{параллельные ветви с общим источником тока } 2A. \\ & \text{Уравнения:} \\ & 1) 2 = I_1 + I_2 \\ & 2) 2 = I_1 + I_2 \\ & 3) I_1 = I_2 \\ & 4) 2 = 2I_1 \\ & 5) I_1 = 1 \end{aligned}$$

$$U_{in} = I_1 + I_2$$

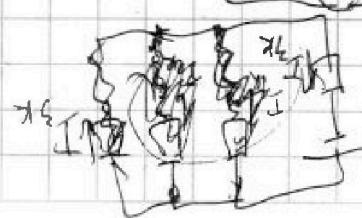
$$2h \cdot 2I_1 = 20 \Rightarrow I_1 = 3$$

$$2I_1 - U_{in} = I_1 + I_2 - 20 = 0$$

$$= 120$$

$$\begin{aligned} & \text{Задача 4:} \\ & \text{Схема цепи: } \text{параллельные ветви с общим источником тока } 2A. \\ & \text{Уравнения:} \\ & 1) 2 = I_1 + I_2 \\ & 2) 2 = I_1 + I_2 \\ & 3) I_1 = I_2 \\ & 4) 2 = 2I_1 \\ & 5) I_1 = 1 \end{aligned}$$

$$U_{in} = I_1 + I_2$$



$$-2I_1 + 3I_2 = 30$$

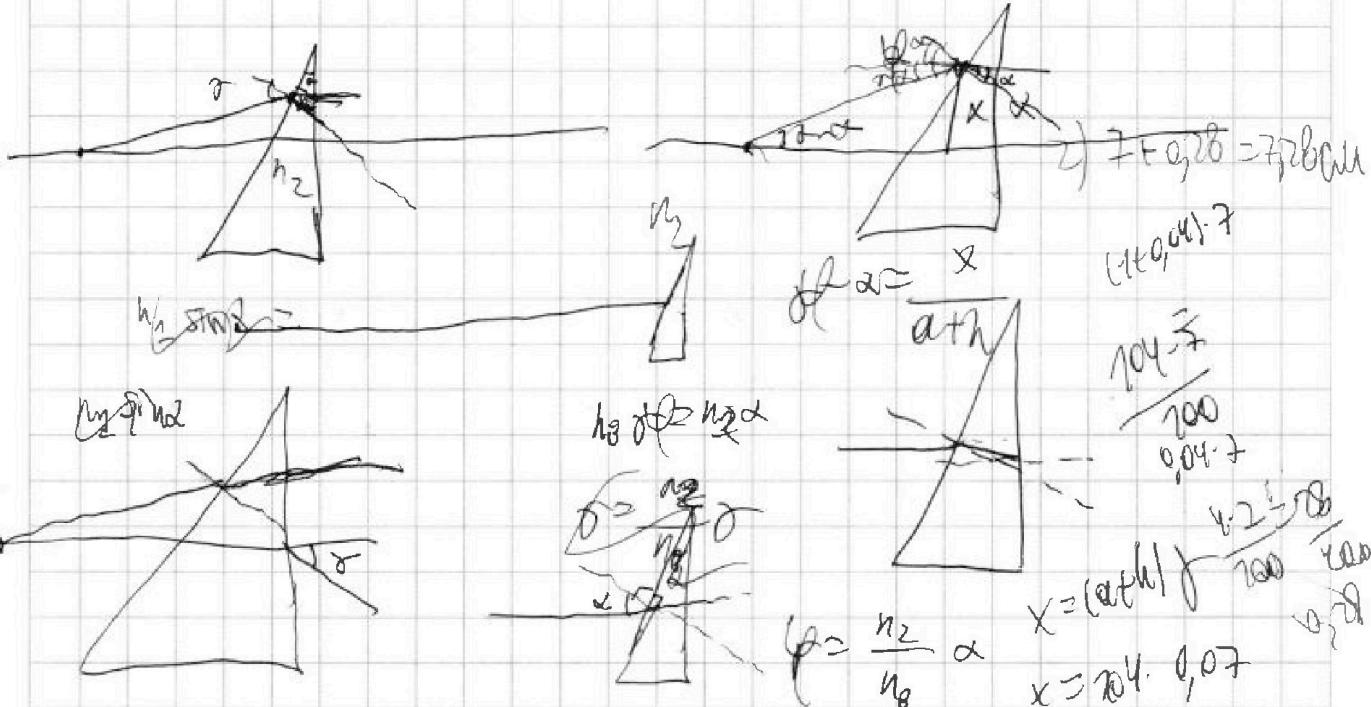


На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

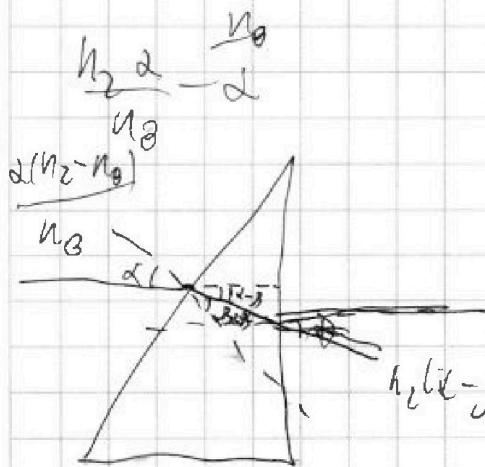
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{17-1}{1} = \frac{9,2}{1}$$

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

$$\frac{\lambda(h_2 - h_0)}{h_0} = \frac{x}{\partial x / h}$$



$$n_2 \angle = n_{2g}$$

$$\beta = \frac{u_2 x}{n_2} = \frac{n_0 x}{u_1}$$

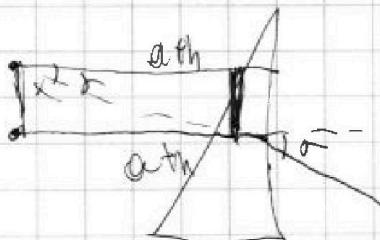
$$x = (\alpha h) \frac{u_1 u_2}{u_3}$$

$$\alpha - \beta = \frac{m}{\sqrt{n}} \frac{h_0 \alpha}{\gamma} = (h_0 \alpha)^{\gamma}$$

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

n₂

$$\gamma = \frac{n_2(2-\beta)}{n_1} > \underbrace{n_2(n_2-n_1)}_{n_2} \quad \text{at } h=L$$



$$J > 2 \frac{n_2 - n_0}{n_0} = 0,7 = 0,02 \text{ para}$$

$$\text{def } f(x) = \frac{x}{L}$$

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"/> |

МФТИ

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

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{15} + \frac{1}{18}$$

$$\left(\frac{12}{15} - 1 \right) \frac{n}{18} + \frac{1}{12} = \frac{12}{12} \cdot \left(2 - \frac{12}{15} \right)$$

- 12

$$\frac{1}{15} + \frac{1}{18} = \frac{1}{12} - \frac{1}{15}$$

$$\frac{12}{108} = \frac{K}{12} \cdot \frac{12}{15}$$

12/n

$$\frac{12}{108} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{15}$$

$$\frac{12}{108} = m_1$$

$$\frac{1}{108} = \left(\frac{12}{18} - 1 \right) \frac{1}{12} + \frac{1}{12} = \frac{12}{12} \cdot \left(2 - \frac{12}{15} \right)$$

$$12 = 24 - 12 = 12$$

$$d - 12 = 12 + d - 12$$

$$\frac{12}{108} = \frac{1}{12} - \frac{1}{15}$$

(12-12)=0

$$d - 12 = 12 + d - 12$$

12=12

$$\left(\frac{12}{12} - 1 \right) \frac{1}{12} + \frac{1}{12} = \frac{12}{12} \cdot \left(2 - \frac{12}{15} \right)$$

$$\frac{12}{12} = 12$$