



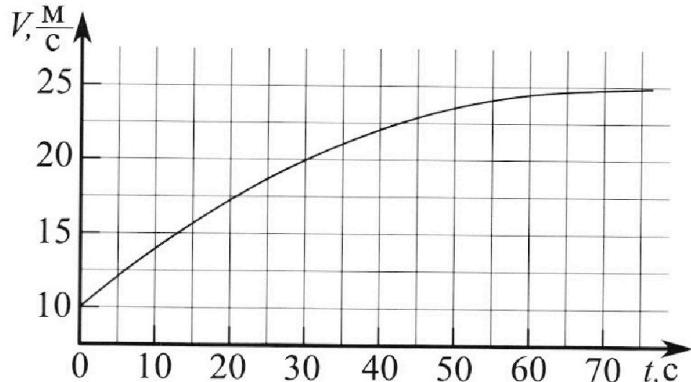
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01



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

1. Автомобиль массой $m = 1800$ 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 $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

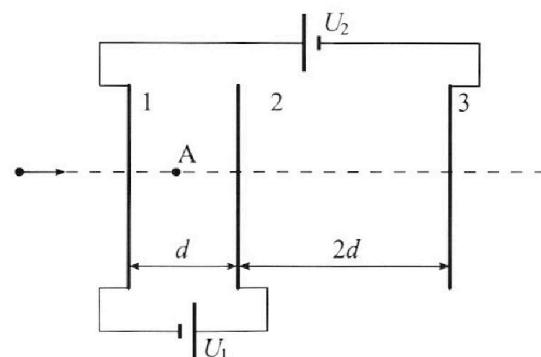
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kp_w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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 $U_2 = 4U$. 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 $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

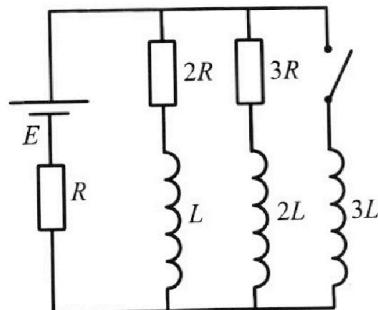
Вариант 11-01

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.

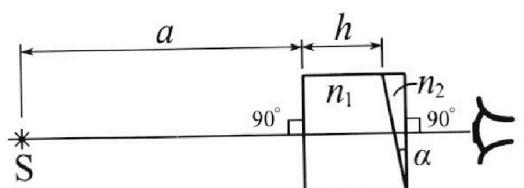
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

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 $a = 194$ 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 $h = 9$ 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



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

Отметьте крестиком номер задачи,

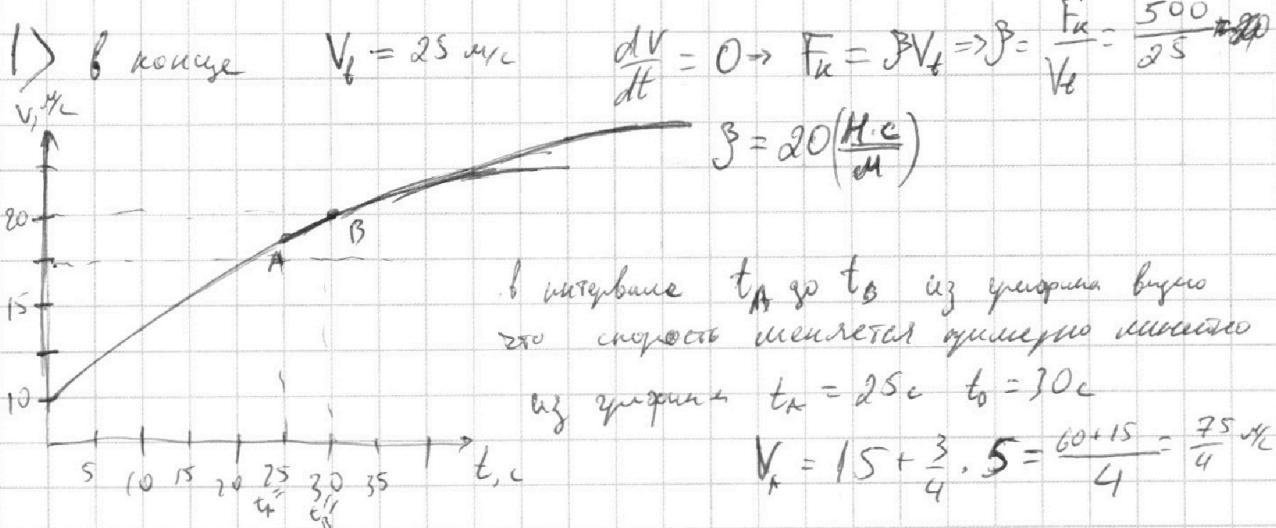
решение которой представлено на странице:



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



$$1) a \approx \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A} = \frac{\frac{80}{4} - \frac{75}{4}}{5} = \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{5} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

Ответ: $a = 0,25 \text{ м/с}^2$

2) F_i сила Тихо при скорости $V_i = 20 \text{ м/c}$

F_{es} сила сопротивления при скорости $V_i = 20 \text{ м/c}$

$$F_{es} = \beta V_i = 20 \cdot 20 = 400 \text{ Н}$$

$$F_i - F_{es} = ma \Rightarrow F_i = ma + F_{es} = 1800 \cdot \frac{1}{4} + 400 = 450 + 400 = 850 \text{ Н}$$

$$\Rightarrow 28(18\pi) \cdot F_i = 400 + \frac{1600}{4} + \frac{200}{4} = 400 + 400 + 50 = 850 \text{ Н}$$

Ответ: $F_i = 850 \text{ Н}$

3) $P_i = F_i V_i = 850 \cdot 20 = 17000 \text{ (БТ)}$

Ответ: $P_i = 17000 \text{ (БТ)}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

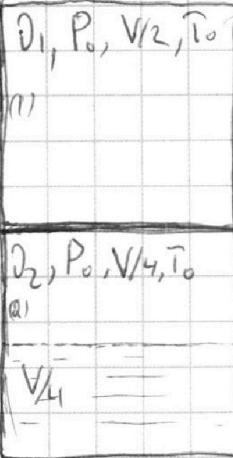


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ.

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

2)



$$(1) P_0 \frac{V}{2} = D_1 RT_0$$

$$(2) P_0 \frac{V}{4} = D_2 RT_0$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{P_0 V}{2} \cdot \frac{4}{P_0 V} = 2$$

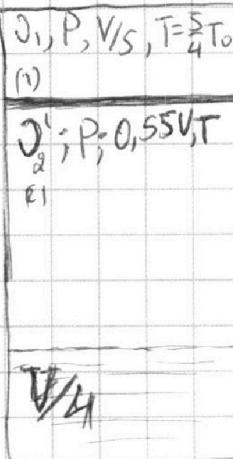
$$D_2 = 0,5 D_1$$

$$T = \frac{5}{2} T_0 \quad T_0 = 373 \text{ K} \quad RT \approx 3 \cdot 10^3 \text{ дж/моль}$$

$$\Delta D = k P V$$

$$k \approx \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Дж}}$$

Ответ: $\frac{D_1}{D_2} = 2$



$$P \cdot \frac{V}{5} = D_1 RT$$

P

$$P_0 \frac{V}{2} = D_1 RT_0$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{D_1 RT \cdot \frac{5}{4}}{D_1 RT_0 \cdot \frac{2}{3}} = \frac{5}{2} \cdot \frac{5}{4} = \frac{25}{8}$$

$$P = P_0 \cdot \frac{25}{8}$$

$$P \cdot 0,55V \neq D_2 RT$$

$$\frac{D'_2}{D_2} = \frac{0,55}{\frac{5}{4}} = 0,55 \cdot \frac{4}{5} = \frac{11}{20} = \frac{11}{4}$$

$$D'_2 = D_2 + \Delta D_2$$

$$\Delta D_2 = k P_0 \frac{V}{4}$$

P

$$(1) \frac{PV}{5} = D_1 RT$$

$$(2) P V \cdot 0,55 = D'_2 RT$$

$$D'_2 = D_2 + 5 \cdot 0,55 = D_2 + 5 \cdot \frac{11}{20} = D_2 + \frac{11}{4}$$

$$\Delta D_2 = D'_2 - D_2 = D_2 \left(\frac{11}{4} - \frac{1}{2} \right) = D_2 \cdot \frac{11 - 2}{4} = D_2 \cdot \frac{9}{4} = k P_0 \frac{V}{4}$$

$$P_0 = \frac{9 D_1}{4 V}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

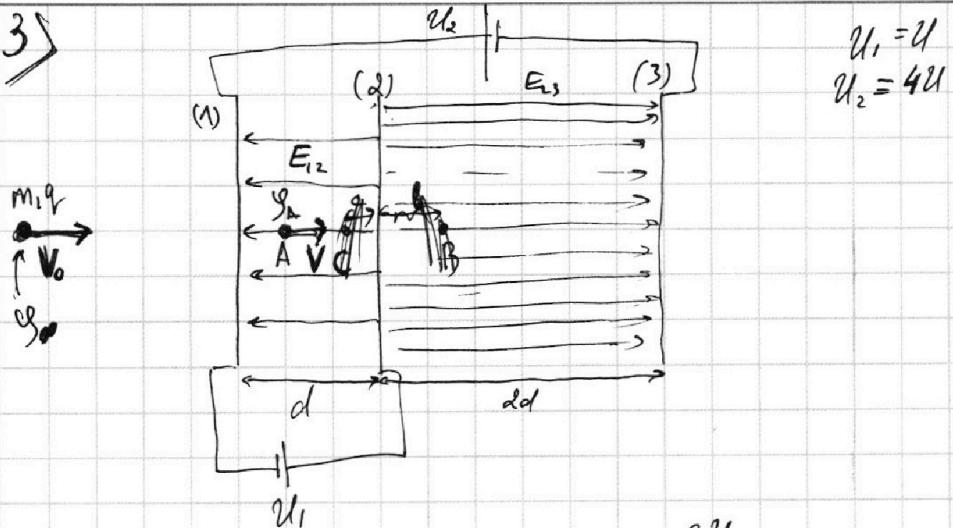


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

3)



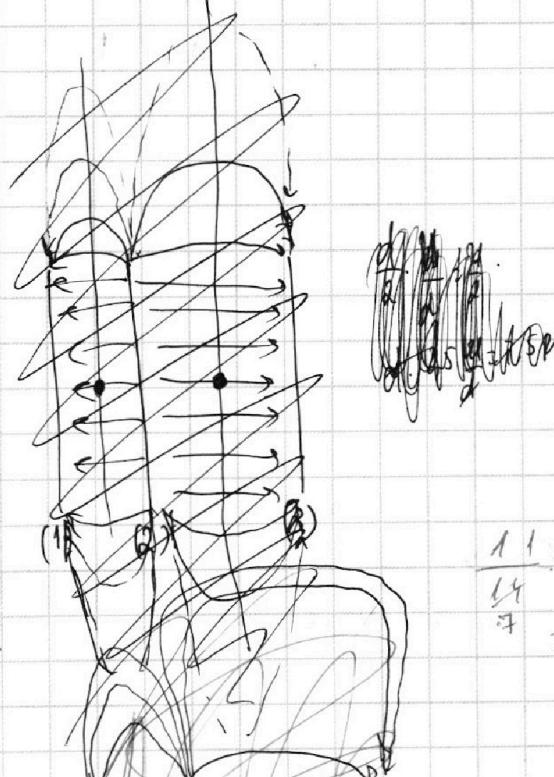
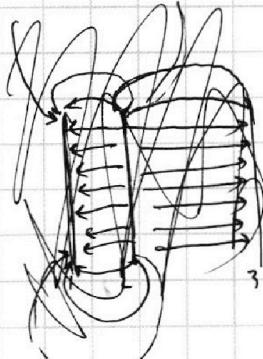
$$1) E_{12} \cdot d = U_1 = U \quad E_{12} = \frac{qU}{d} \quad F = qE = \frac{qU}{d} = ma \quad a = \frac{qU}{md}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{qU}{md}$$

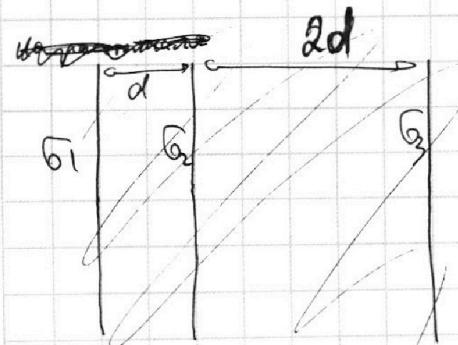
$$2) K_1 - K_2 = Fd = qU$$

$$\text{Ответ: } K_1 - K_2 = qU$$

3)



$$E_{23} = \frac{U_2 + U_1}{2d} = \frac{5U}{2d} = 2,5 \frac{U}{d}$$



$$\frac{11}{14} \cdot \frac{25}{80} = 11 \cdot 3,5 = \\ 4 = 35 + 3,5 = 38,5$$

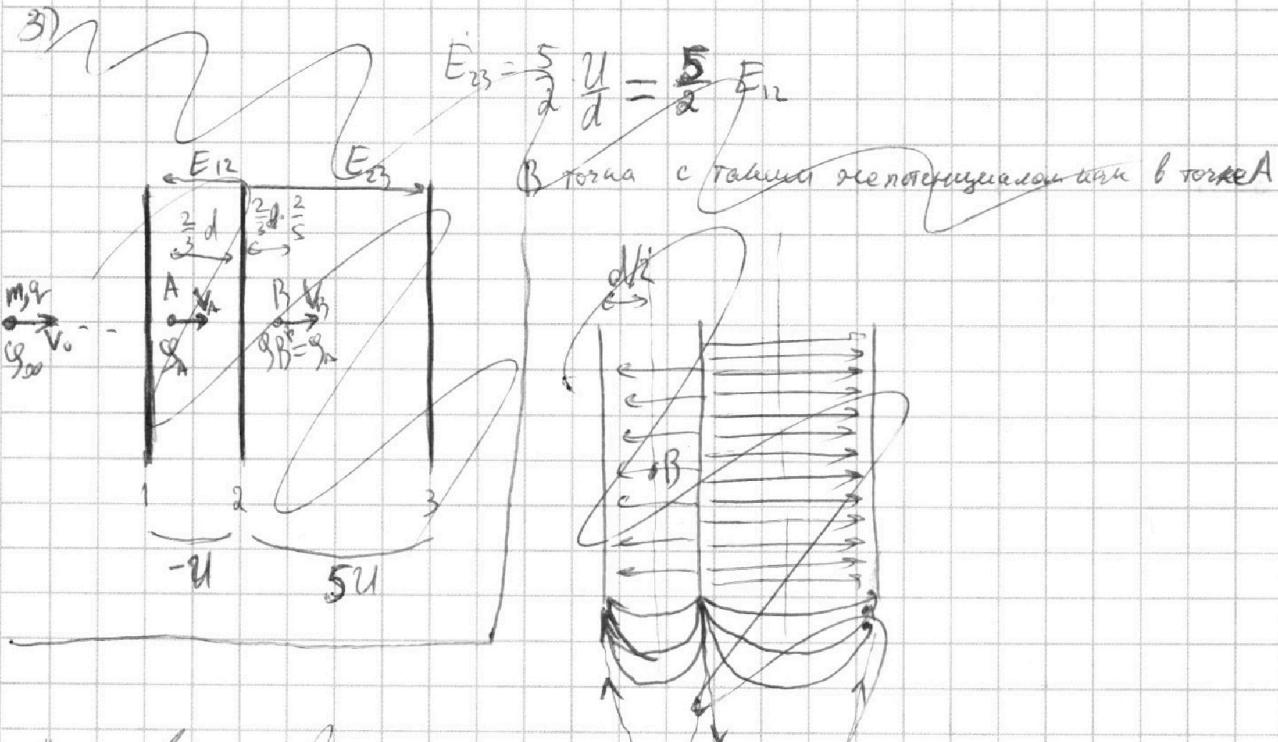
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



после боке подсчитал
что из симметрии, это верно,

каждый из концов имеет одинаковую среднюю высоту
и между концами соответствующего конца \Rightarrow если масса то
всего равна $\frac{1}{2}m$ т.к. $d/2$ от центра обеих и между ними
разделена на две одинаковые половины

$$g_B = g_\infty = 0 \Rightarrow A_{\text{под}} = g(g_B - g_\infty) = 0$$

$$\frac{m v_A^2}{2} - q E_{12} \left(\frac{d}{2} \frac{d}{3} \right) = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$v_A^2 = v_0^2 + \frac{2q E_{12}}{m} \frac{d}{6}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

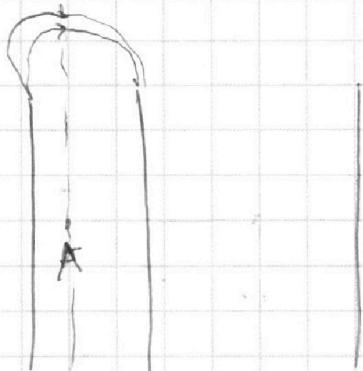
6

7

МФТИ

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

3) 3)



после барьер обтекающая перепадающийся поверхности проходит через
серез A с изменением обтекания \Rightarrow разность пода при изменении
формы по этой плоскости $= 0 \Rightarrow \delta_A = \delta_\infty = 0 \Rightarrow$

\Rightarrow скорость в точке A будет равна скорости в бесконечности

$$V_A = V_\infty \quad \text{Ответ: } V_A = V_\infty$$

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

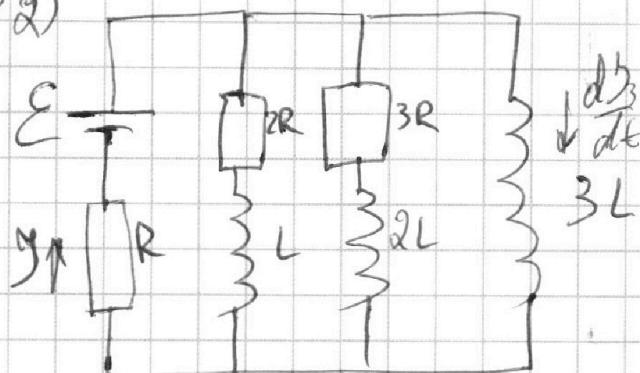
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

4) 2)



из правил Курикова: $E - 3L \frac{dI_3}{dt} = YR$

$Y = 5$, сразу после замыкания ключа $\rightarrow Y = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R}$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{1}{3L} \cdot (E - YR) = \frac{1}{3L} \cdot E \left(1 - \frac{5}{11}\right) = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{L}$$

Ответ: $\frac{dI_3}{dt} = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{L} = \frac{2E}{11L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

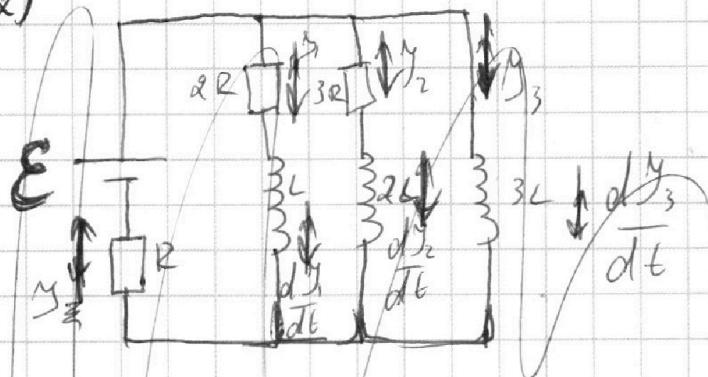


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

1) 2)



$$\frac{dI_1}{dt} + \frac{dI_2}{dt} + \frac{dI_3}{dt} = \frac{dI}{dt}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$E = \cancel{IR} - \cancel{3L} \frac{dI}{dt} = \cancel{IR} + \cancel{I_1 2R} - \cancel{I} \cdot \frac{dI}{dt} = \cancel{IR} + \cancel{I_2 3R} - \cancel{I} \cdot \frac{dI}{dt}$$

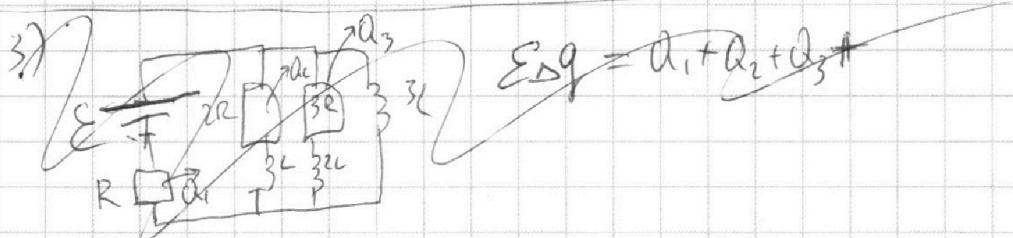
сразу получаем значение второго: $I_2 = \frac{5}{\pi} \cdot \frac{E}{R}$

$$E = \frac{5}{\pi} \cdot \frac{2}{R} \cdot R - \cancel{3L} \cdot \frac{dI_3}{dt}$$

$$3L \cdot \frac{dI_3}{dt} = \frac{5}{\pi} E - E = -\frac{6}{\pi} E$$

$$\frac{dI_3}{dt} = -\frac{2}{\pi} \frac{E}{L}$$

0,75вт: $\frac{dI_3}{dt} = -\frac{2}{\pi} \frac{E}{L}$



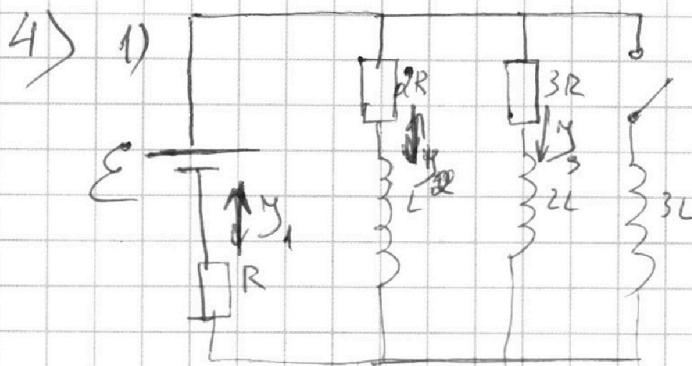
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

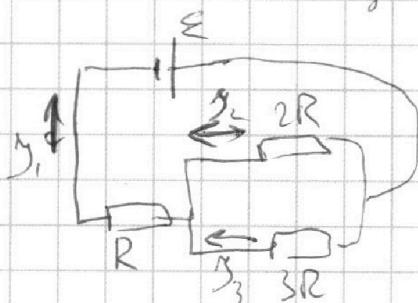
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$Y_1 = Y_2 + Y_3$$

режим установившийся $\Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0$ для всех ветвей

эквивалентный схема установившегося режима



$$Y_1 = Y_2 + Y_3$$

$$Y_1 = \frac{E}{R + \frac{2R \cdot 3R}{5R}} = \frac{E}{\frac{5R + 6R}{5R}} = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

$$U_2 = E - Y_1 R = E - \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \cdot R = \frac{6}{11} E$$

$$Y_2 = \frac{U_2}{2R} = \frac{1}{2R} \cdot \frac{6}{11} E = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R} = Y_{10} \text{ Отсюда } Y_{10} = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

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

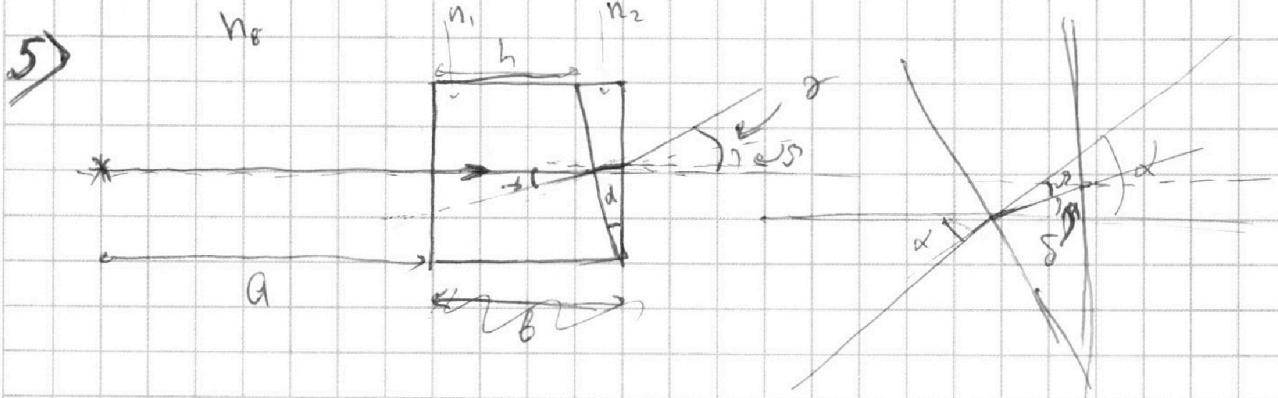
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$n_1 = n_0 = 1$$

$$\alpha \ll \beta \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$$

$$n_2 = 1,7$$

$$\alpha = 0,1 \text{ rad}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad \sin \beta = \sin \alpha \cdot \frac{n_1}{n_2} \approx \alpha \cdot \frac{n_1}{n_2} = 0,1 \cdot \frac{1}{1,7} \approx 0,058$$

$$\delta = \alpha - \beta \approx \sin \delta$$

$$\frac{\sin \delta}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\gamma \approx \sin \gamma = \sin \delta \cdot \frac{n_2}{n_1} \approx \delta \cdot \frac{n_2}{n_1} = (\alpha - \beta) \frac{n_2}{n_1} = (\alpha - \alpha \cdot \frac{n_1}{n_2}) \frac{n_2}{n_1} =$$
$$= \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 0,1 (1,7 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ rad}$$

Ответ: угл отклонения $\gamma = 0,07 \text{ rad}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

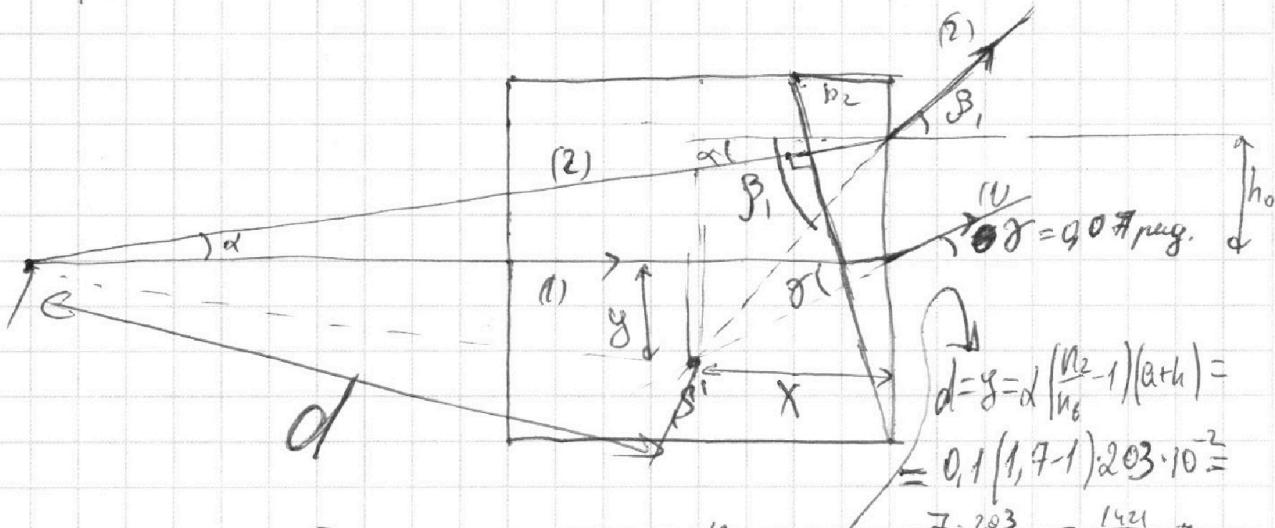
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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) 2023

$$1400 + 21 = 1421$$



$$\frac{1}{f_2} - \frac{\beta_1}{d} = \frac{n_2}{n_1} \quad \beta_1 = d \frac{n_2}{n_1}$$

$$d = g = d \left(\frac{n_2 - 1}{n_1} \right) (a + h) =$$

$$= \frac{7 \cdot 203}{10000} = \frac{1421}{10000} \approx$$

Ответ: $d = 0,1421 \text{ м}$

Изображение зеркальное изображение источника

$$h_0 \approx d(a+h)$$

$$g \approx \gamma x$$

$$h_0 + g \approx \beta_1 x$$

$$y = \beta_1 x - h_0 = \beta_1 x - d(a+h) = \gamma x$$

$$(\beta_1 - \gamma)x = d(a+h)$$

$$x = \frac{d(a+h)}{\beta_1 - \gamma} \Rightarrow y = \frac{\gamma d(a+h)}{\beta_1 - \gamma} = \frac{\gamma d(a+h)}{x} =$$

$$= \gamma(a+h) = d \left(\frac{n_2 - 1}{n_1} \right) (a+h)$$

$x = a+h \Rightarrow$ изображение находится вертикально над источником \Rightarrow
 $\Rightarrow d = y \Rightarrow$

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

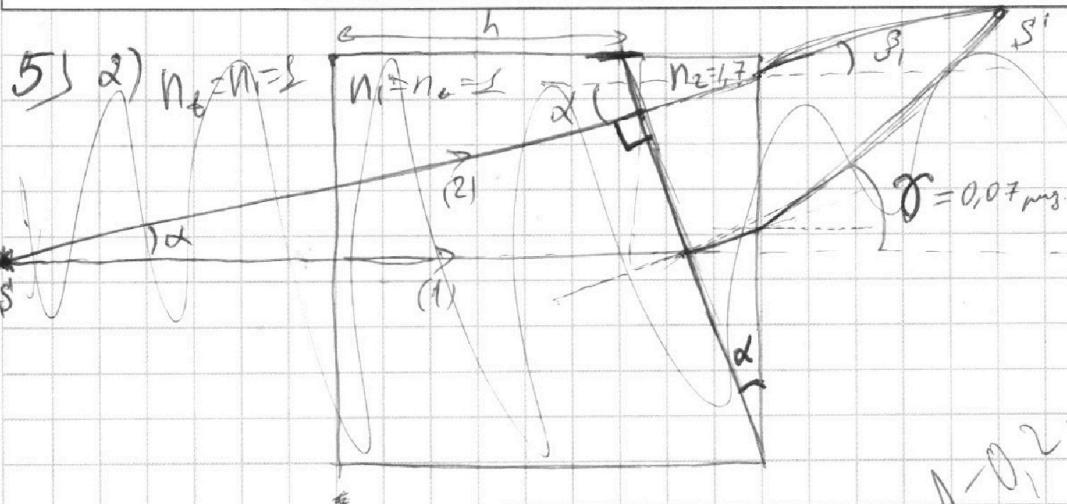
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

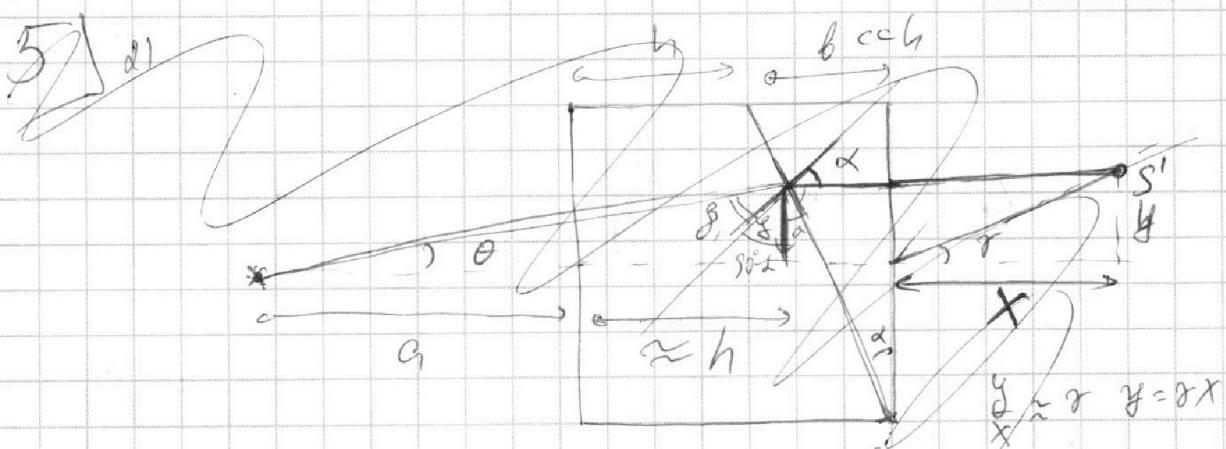
МФТИ

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



$$S_1 \neq d, \quad \frac{\alpha}{\beta} = \frac{n_0}{n_2} \Rightarrow \beta = d \cdot \frac{n_2}{n_0}$$

$$\begin{aligned} & -0.2^{\circ}, -0.15^{\circ}, \\ & -0.05^{\circ}, +0.05^{\circ}, +0.05^{\circ} \end{aligned}$$



$$\frac{\beta_1}{d} = \frac{n_2}{n_1} \quad \beta_1 = d \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

$$\gamma_1 = \beta_1 + \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi}{2} + d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$y \cdot \operatorname{tg} \gamma_1 = y \cdot \left(\frac{\pi}{2} + d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \right) = a + h = y \cdot \left[\frac{\pi}{2} + d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \right] = y \cdot \alpha$$

$$X = \frac{a + h}{y \left(\frac{\pi}{2} + d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \right)}$$



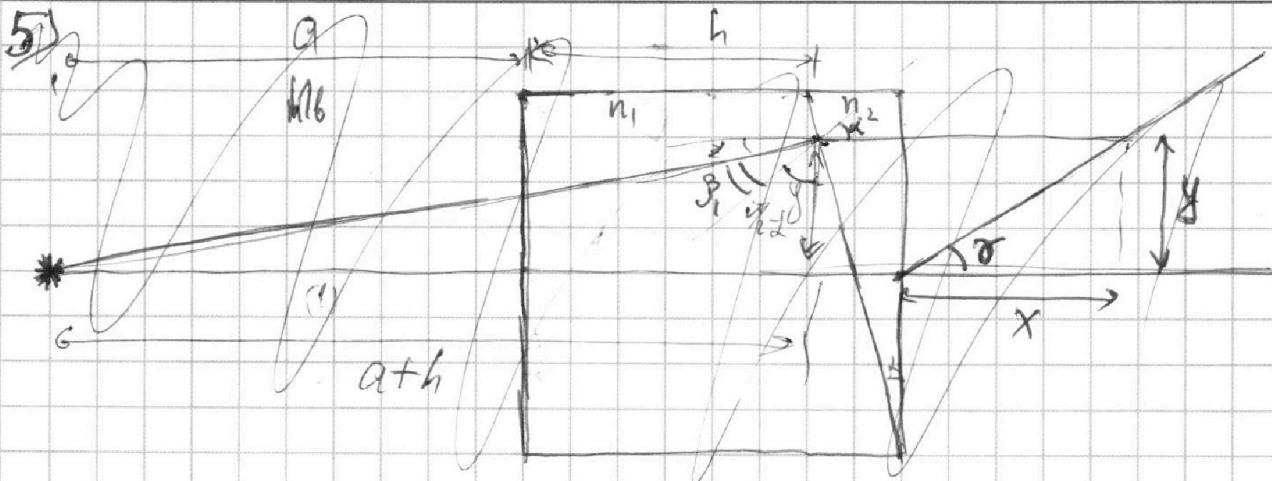
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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!



Так как фокусировка падает с ~~каждой~~ ~~показ.~~ преломл. n_2) \Rightarrow ~~будет~~ будет
~~преломление~~ \Rightarrow $\alpha + \beta$ \Rightarrow α будет преломлен \Rightarrow это все величес
на которой впадёт в первую преломл., а β будет под углом $\delta = 0,07\pi$

$$y = nx \quad \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha + \beta\right) = \frac{a+h}{y}$$

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{n_2}{n_1} \quad \beta_1 = \frac{n_2}{n_1} \alpha$$

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\right) = -\frac{1}{\tan\left(\alpha\left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\right)} = -\frac{1}{\alpha\left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)}$$