



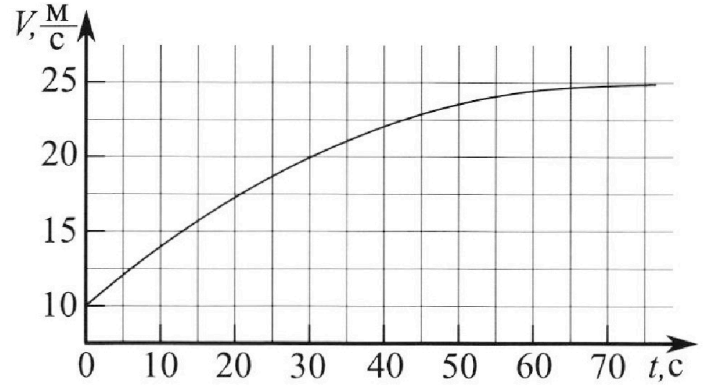
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

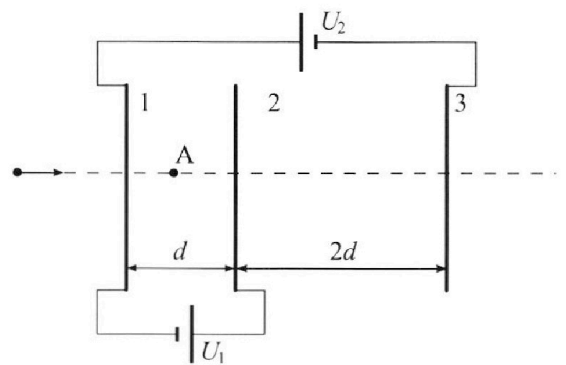
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(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 А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

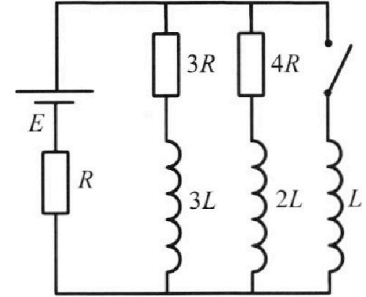
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи 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) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с ч ислowymi 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.

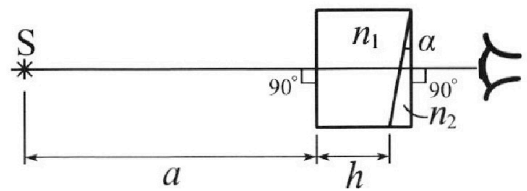


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

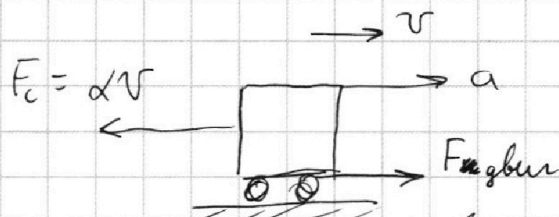
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

///



Обозначим за F_c силу сопротивления движению; по условию $F_c \propto v \Rightarrow F_c = \alpha v$, где α - константа.

Обозначим за $F_{\text{двиг}}$ силу, толкающую автомобиль вперед направ. движения, создаваем. двигателем. Мощность двигателя обозначим за P . Тогда $P = F_{\text{двиг}} \cdot v$
 $F_{\text{двиг}} = \frac{P}{v}$

Запишем второй закон Ньютона по оси движения автомобиля:

$$F_{\text{двиг}} - F_c = ma$$

$$\frac{P}{v} - \alpha v = ma; \text{ в конце разгона } a_k \approx 0 \Rightarrow$$

$$\frac{v_k}{v_k} F_{\text{двиг}} = F_{ck} \Rightarrow$$

$$F_{ck} = 600 \text{ Н} = 2 \cdot v_k \quad \alpha = \frac{F_k}{v_k} = \frac{600}{25} =$$

$$= 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \Rightarrow$$

$$F_{\text{сопр } 0} = \alpha v_0 = 24 \cdot 10 = 240 \text{ Н} \Rightarrow$$

в начальный момент времени:

$$F_0 - F_{\text{сопр } 0} = m a_0, \text{ где } a_0 - \text{ускорение в нач. момент времени.}$$

Чтобы определить a_0 будем считать, что ~~вырезок~~ часть графика от 0 до 12,5 с имеет вид отрезка.

$$\text{Тогда } \frac{\Delta v}{\Delta t} = a_0 \quad \Delta v = 5 \text{ м/с} \quad \Delta t = 12,5 \text{ с} \Rightarrow a_0 = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$F_0 = m a_0 + F_{\text{сопр } 0} = 1500 \cdot 0,4 + 240 = 840 \text{ Н}; \quad F_0 = \frac{P_0}{v_0}$$

$$P_0 = F_0 \cdot v_0 = 840 \cdot 10 = 8400 \text{ Вт}$$

Ответ: $0,4 \text{ м/с}^2$; $F_0 = 840 \text{ Н}$; $P_0 = 8400 \text{ Вт}$.

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

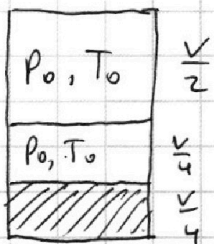
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$P_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$; ν_{He} - кол-во гелия
 ν_{CO_2} - кол-во углекислого газа
 ν_{H_2O} - кол-во водяных паров

$P_0 \cdot \frac{V}{4} = (\nu_{CO_2} + \nu_{H_2O}) RT_0$

$\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2} + \nu_{H_2O}} = 2$

ν_{H_2O} в начале мало $\Rightarrow \nu_{H_2O} \approx 0$

$\Rightarrow \nu_{He} = 2\nu_{CO_2}$; $\nu_{CO_2} = \frac{P_0 V}{4RT_0}$

$P \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$ $(P_{CO_2} + 2P_0) \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$

~~$P \cdot \frac{V}{20} = (\nu_{CO_2} + k \frac{V}{4} (P_0 - P_{CO_2})) +$~~

$P_{CO_2} \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} + \frac{kV}{4} (P_0 - P_{CO_2})) RT$

$P = P_{CO_2} + P_{atm} = P_{CO_2} + 2P_0$

$P_{CO_2} = \frac{20}{11} \left(\frac{P_0 V}{4RT_0} + \frac{kP_0 V - kP_{CO_2} V}{4} \right) RT$

$11P_{CO_2} = \left(\frac{5P_0}{RT_0} + \frac{5kP_0}{4} - 5P_{CO_2}k \right) RT$

~~$P_{CO_2} = \frac{5P_0 \left(\frac{1}{RT_0} + k \right) \cdot \frac{1}{11 + 5k}}{5P_0 \left(\frac{1}{RT_0} + k \right)}$~~

~~$P = 2P_0 + \frac{5P_0 \left(\frac{1}{RT_0} + k \right)}{11}$~~

~~$P = \frac{5}{V} \cdot \frac{2P_0 V}{4RT_0} \cdot RT = \frac{5}{2} \frac{P_0 RT}{T_0} = 2P_0 + \frac{5P_0 \left(\frac{1}{RT_0} + k \right)}{11}$~~

~~$\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} = 2 + \frac{5 \left(\frac{1}{RT_0} + k \right)}{11}$~~

То число > 273 К м.к.
 бога была неоп.

$P_{CO_2} (11 + \frac{5k}{RT_0} RT) = P_0 \left(\frac{5RT}{RT_0} + 5kRT \right)$

$\Rightarrow RT_0 \approx 2 \cdot 10^3$ м.к.

$P_{CO_2} (11 + 7,5) = P_0 \left(\frac{5T}{T_0} + 7,5 \right)$

$P_{CO_2} = P_0 \frac{\frac{5T}{T_0} + 2,5}{18,5} = P_0 \frac{10 \frac{T}{T_0} + 15}{37}$

$\left(\frac{10 \frac{T}{T_0} + 15}{37} + 2 \right) \frac{V}{5} = \frac{V}{2RT_0} \cdot RT$

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!

$$\frac{2\frac{T}{T_0} + 3}{37} + \frac{2}{5} = \frac{T}{2T_0}$$

$$2\frac{T}{T_0} + 3 + \frac{74}{5} = \frac{37}{2}\frac{T}{T_0}$$

$$\frac{T}{T_0} \frac{33}{2} = \frac{89}{5} \quad \frac{T}{T_0} = \frac{178}{165}$$

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!



В силу симметрии потенциалы на всех точках решетки равны:

1) потенциал 1-ой решетки φ_1 ; второй - φ_2 ; 3-ей φ_3

Пусть плотности зарядов на решетках 1, 2, 3 - $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ соот.

Тогда: $E_{внеш} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{2\epsilon_0} = 0$

$$E_{12} = -\frac{V}{d} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_{23} = \frac{4V}{2d} = \frac{2V}{d} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}$$

Отсюда $\sigma_1 = -\frac{\epsilon_0 V}{d}$ $\sigma_2 = \frac{3\epsilon_0 V}{d}$ $\sigma_3 = -\frac{2\epsilon_0 V}{d}$

Пусть $\varphi = 0$ на бесконечности = 0

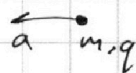
Тогда $\varphi_1 = 0$; $\varphi_2 = 0$; $\varphi_3 = -3V$

Когда частица между 1 и 2:

$$E_{12} = \frac{V}{d}$$

$$ma = \frac{qV}{d}$$

$$a = \frac{qV}{md}$$



Этот - полная энергия частицы:

$$E_{общ} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + qU = \frac{mv_2^2}{2} - 3qU$$

" "
" "
" "

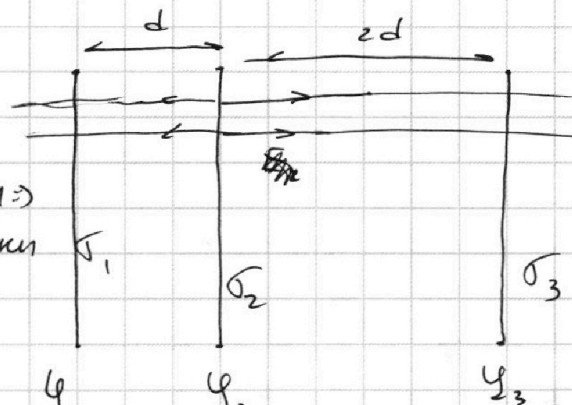
$$K_1 - K_2 = qU$$

в (1) А:

$$\varphi_A = \frac{1}{4} \cdot \varphi_2 = \frac{V}{4} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_A^2}{2} + \frac{qV}{4}$$

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

Ответ: $\frac{qV}{md}$; qU ; $\sqrt{v_0^2 - \frac{qV}{2m}}$



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!

До замыкания ключа в схеме ток через катушки установившиеся \Rightarrow сопро-
тивления индуктив не
назало; т.е. ~~возника~~

$$I_1 = \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{4}{7} = \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I_2 = \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{3}{7} = \frac{3}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow$$

на ВА падает $\frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$ $I_{10} = I_1 = \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$

в начальный момент времени ток через только про-
ключенную катушку = 0; при этом $L I' = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$

$$I' = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L R}$$

После замыкания ток через катушку L будет увели-
ваться не установившись и не замкнет А и В \Rightarrow
т.е. $\varphi_{Bк} - \varphi_{Aк} = 0$.

по 3-му кзп:

$$L I_3' = 4R I_2 + 2L I_2'$$

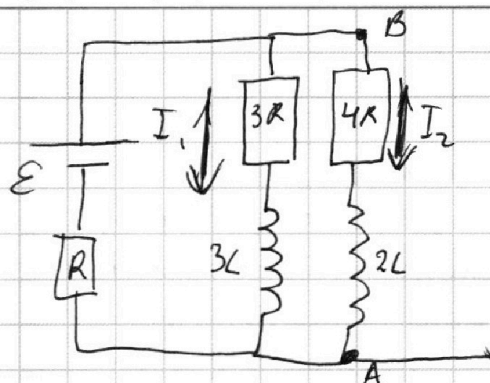
$$L I_3' = 3R I_1 + 3L I_1'$$

\uparrow верно для любого
момента времени
 \Rightarrow проинтегрируем до ∞ :

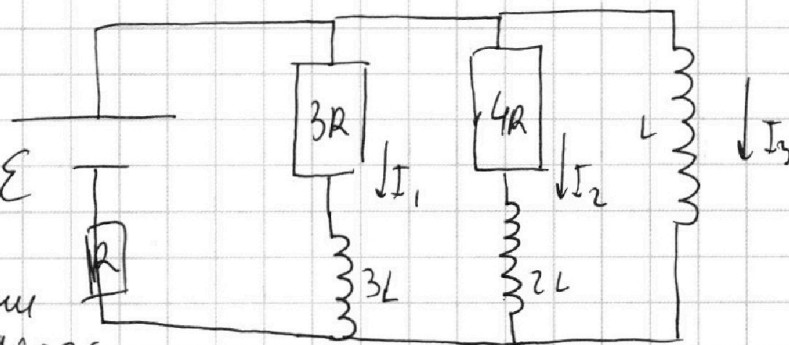
$$L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} = 3R q - 3L \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\frac{31}{19} \frac{L \mathcal{E}}{R} = 3R q \quad q = \frac{31 L \mathcal{E}}{57 R^2}$$

Ответ, $\frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$; $\frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{R L}$; $\frac{31}{57} \frac{L \mathcal{E}}{R^2}$.



$$I_{\text{до}} = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{эк}}} = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{12}{7} R} = \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$



$$I_{\text{зк}} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

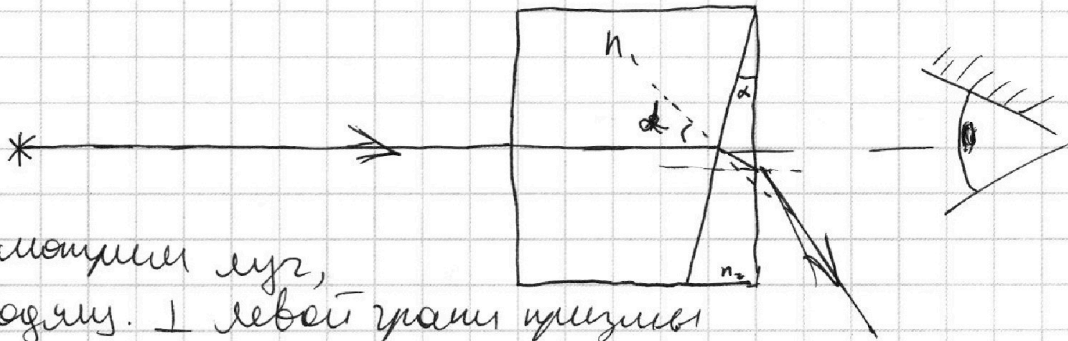
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



расширим луч,
проходящий \perp левой грани призмы
в первую среду луч пройдет без преломлений;
на β вторую он выйдет под углом $\alpha \Rightarrow$:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \alpha_2 \text{ т.к. } \alpha \text{ - малый угол}$$

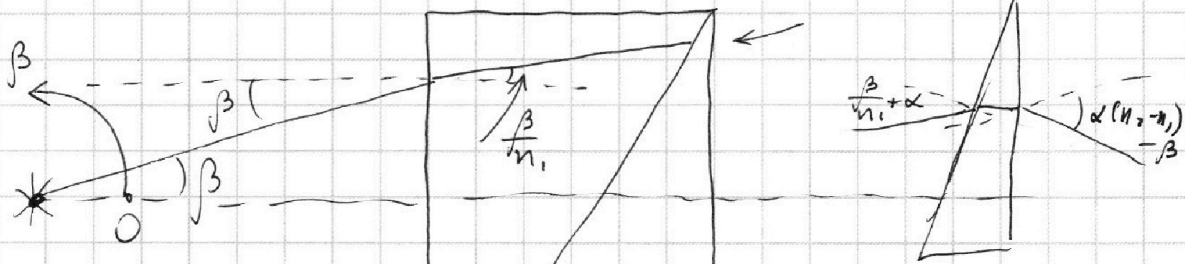
$$\alpha n_1 = \alpha_2 n_2; \alpha_2 = \alpha \frac{n_1}{n_2};$$

но β угол Δ луч выйдет под углом $\alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2} = \alpha \frac{n_2 - n_1}{n_2}$
 \Rightarrow из системы выйдет под углом $\alpha_2 = \alpha \frac{n_2 - n_1}{n_2}$

Тут луч идет под углом β :
зайдет в n_1 под углом $\frac{\beta}{n_1}$.

$$n_2 = 1,7; n_1 = 1,0 \Rightarrow$$

$$\alpha_2 = 0,07 \text{ рад.}$$



уважем на n_2 под
углом $\alpha + \frac{\beta}{n_1}$

выйдет под углом $\frac{\alpha n_1 + \beta}{n_2}$

уважем на пов-ти под углом $\alpha - \frac{\alpha n_1 + \beta}{n_2} = \frac{\alpha(n_2 - n_1) - \beta}{n_2}$
 и выйдет под углом $\alpha(n_2 - n_1) - \beta$

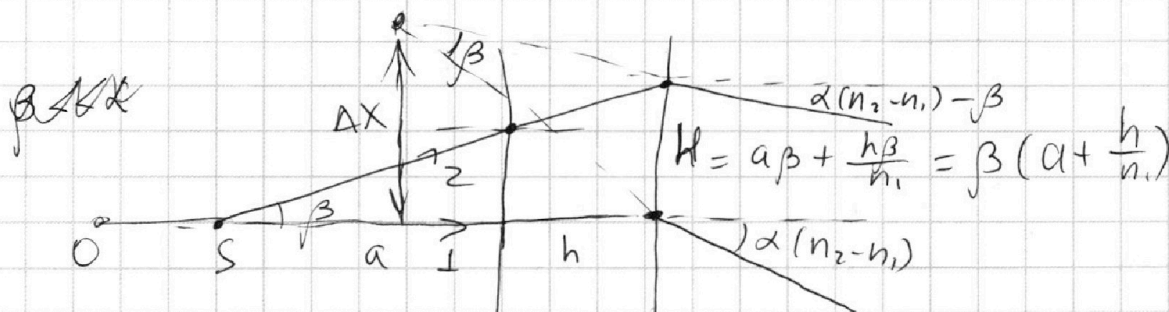
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

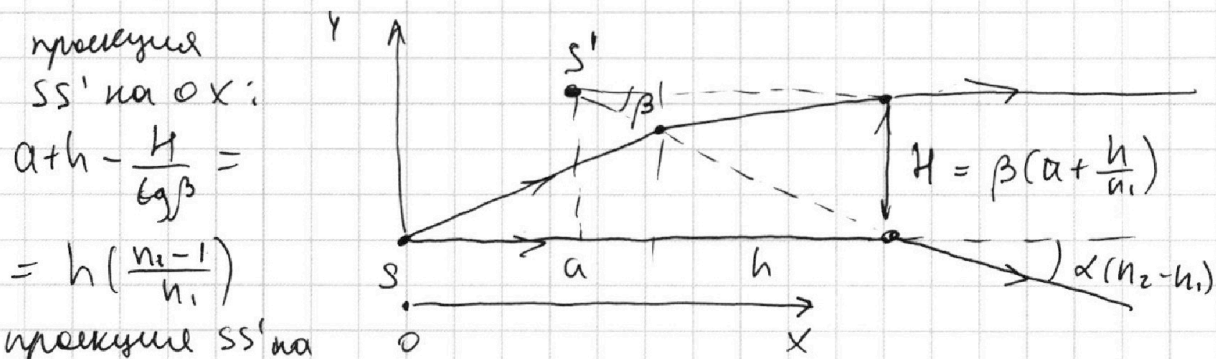
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Пусть луч 1 \parallel лучу 2; тогда они выйдут под углами $\alpha - \alpha(n_2 - n_1)$ и $-(\alpha(n_2 - n_1)) + \beta$. Так как углы очень малы, то можно считать это пренебреж

расстоянием Δx от точки пересечения продления лучей до оси $SO \Rightarrow$ тогда расстояние от источника до изображения: $a+h - \frac{\beta(a+\frac{h}{n_1})}{\tan \beta} = h - \frac{h}{n_1} = h(\frac{n_1-1}{n_1})$

Если взять $\beta = \alpha(n_2 - n_1)$, то продолжение луча 2 будет параллельно горизонту.



преломление SS' на OX :

$$a+h - \frac{H}{\tan \beta} = h(\frac{n_1-1}{n_1})$$

преломление SS' на OY :

$$H = \beta(a + \frac{h}{n_1}) = \alpha(n_2 - n_1)(a + \frac{h}{n_1})$$

2) $n_1 = 1,0; n_2 = 1,7$ $SS' = H = (1,7-1,0) \cdot 0,1 \cdot 104 \text{ см} = 104 \cdot 0,07 \approx 7 \text{ см}$

3) $n_1 = 1,4; n_2 = 1,7$ $SS' = \sqrt{H^2 + h^2(\frac{n_1-1}{n_1})^2} = \sqrt{3^2 + (4 \cdot 0,4)^2} \approx 2\sqrt{10} \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$\rho = \frac{A}{at} \quad A = F_{\dot{a}} S \quad \rho = F \cdot V$$

$$\Delta U = k \cdot$$

$$P_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$$

$$P_0 \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT_0$$

$$P \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$$

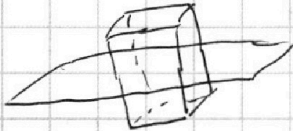
$$P \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} - \nu) RT$$

$$P_{CO_2} \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} - \nu) RT$$

$$P_{H_2O} \frac{4}{20} V = \nu_{H_2O} RT$$

$$\Delta U = k P_{CO_2} \frac{V}{4} - k P \frac{V}{4}$$

$$P_{CO_2} \cdot \frac{11}{20} V = RT \frac{k}{4} RT (\nu_{CO_2} - \frac{kV}{4} (P_{CO_2} - P_0))$$



$$2E \cdot a^2 = \frac{\sigma a^2}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{2\epsilon} = 0$$

$$\frac{\sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_1}{2\epsilon} = \frac{U}{d}$$

$$\frac{\sigma_2 + \sigma_1 - \sigma_3}{2\epsilon} = \frac{2U}{d}$$

$$-\frac{2\sigma_1}{2\epsilon} = \frac{U}{d}$$

$$\sigma_1 = -\frac{2\epsilon U}{d}$$

$$-\frac{2\sigma_3}{2\epsilon} = \frac{2U}{d}$$

$$\sigma_3 = \frac{2\epsilon U}{d}$$

$$\sigma_2 = \frac{3\epsilon U}{d}$$

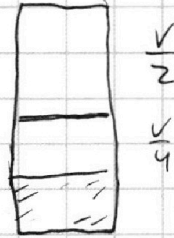
$$\Delta U = k(P_{CO_2} - P) \frac{V}{4}$$

$$\nu_{He} = 2 \nu_{CO_2}$$

$$\nu_{CO_2} =$$

$$\frac{P_0 \frac{V}{2}}{P \frac{V}{2}} = \frac{RT_0}{RT}$$

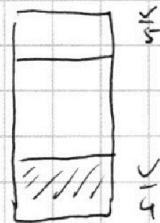
$$P = P_0 \cdot \frac{RT}{RT_0} \frac{5}{2}$$



$$\frac{V}{2}$$

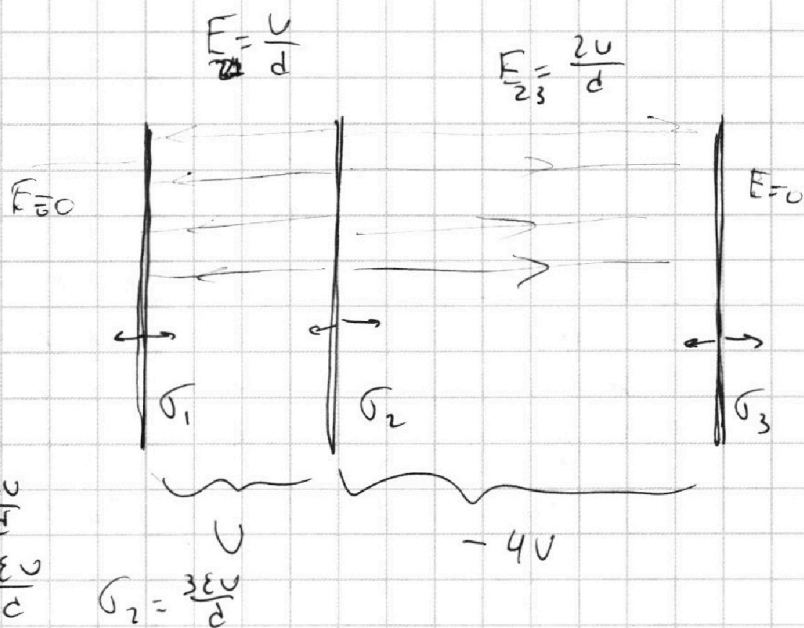
$$\frac{V}{4}$$

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



$$\frac{V}{4}$$

$$\frac{V}{4}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

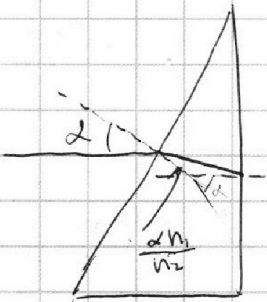
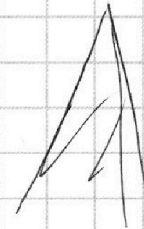
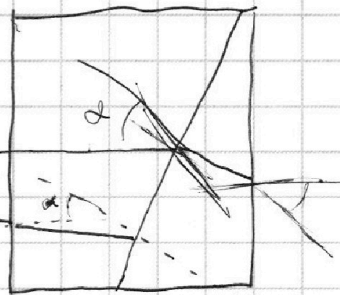
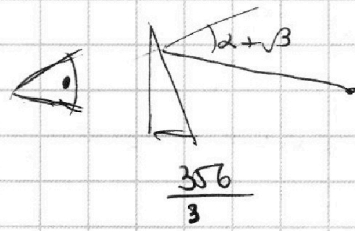
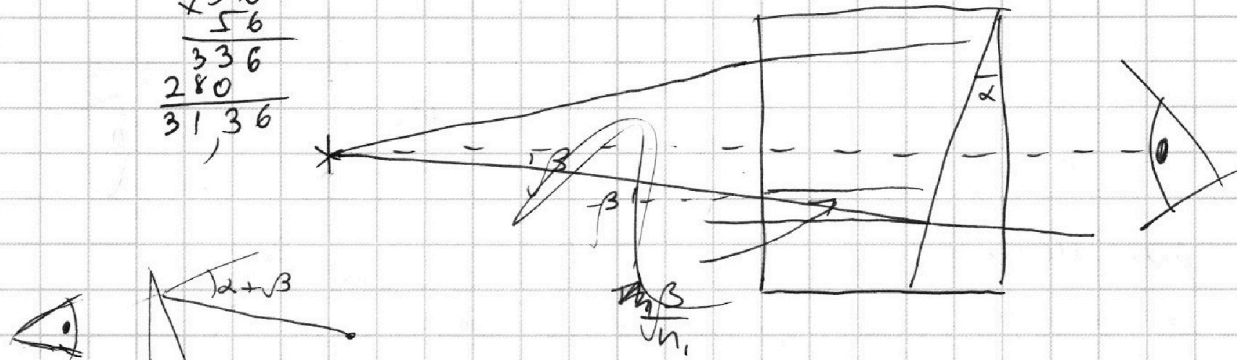
- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



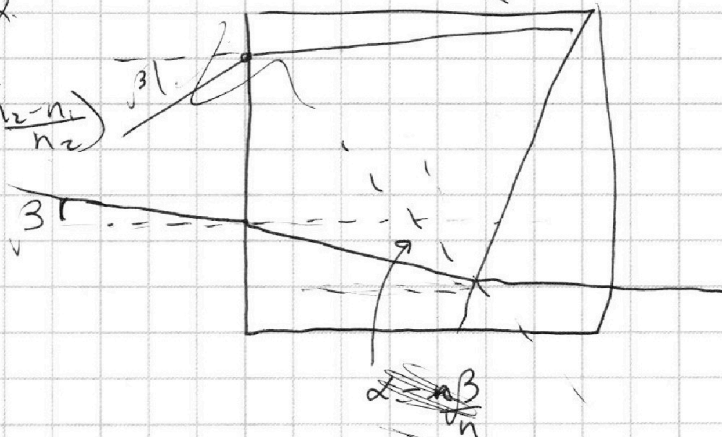
$$\begin{array}{r}
 \times 56 \\
 \underline{56} \\
 336 \\
 280 \\
 \hline
 3136
 \end{array}$$



$$\sin \alpha \cdot n_1 = \sin \alpha'$$

$$\alpha \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2} \right)$$

$$\alpha (n_2 - n_1)$$



$$a\beta$$

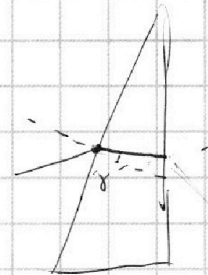
$$n_1 \cdot \left(\alpha + \frac{\beta}{n_1} \right) = \gamma \cdot n_2$$

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

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

$$\alpha (n_2 - n_1) + \beta$$

$$a\beta + \frac{h\beta}{n_1}$$



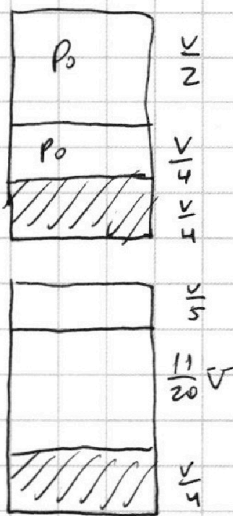
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$p_0 \frac{V}{2} = J_{He} R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{4} = J_{CO_2} R T_0$$

$$\Delta J_1 = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$p_1 \frac{V}{5} = J_{He} R T$$

$$p_1 = p_{CO_2} + p_{He}$$

$$p_{CO_2} \frac{11}{20} V = J_{CO_2} R T \quad \text{with } J_{CO_2} = \frac{dQ}{dt} = \Delta J_2$$

$$\Delta J_2 = k p_{CO_2} \cdot \frac{11}{20} V$$