



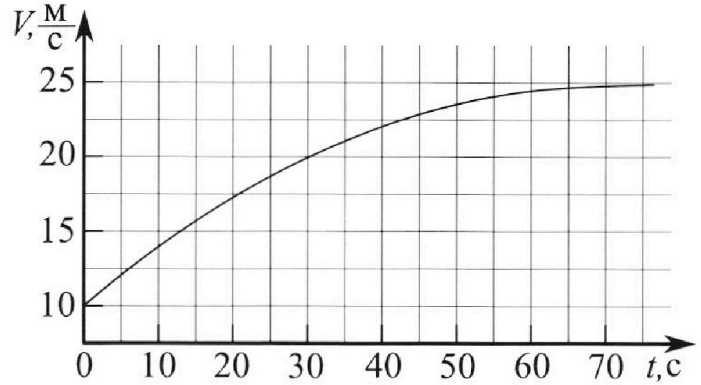
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

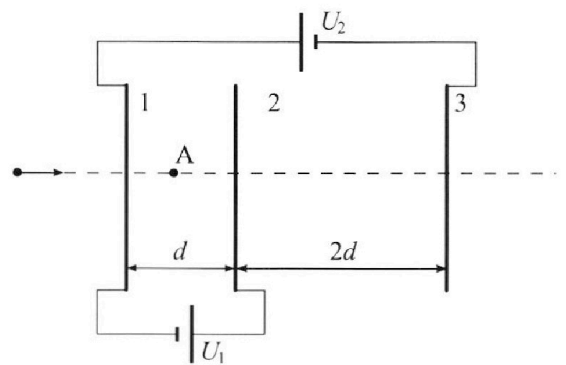
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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

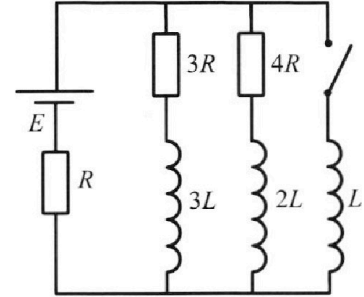
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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.

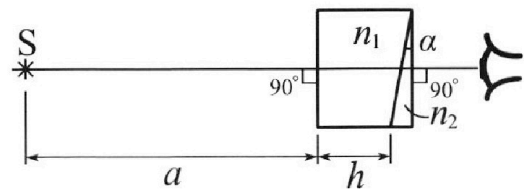


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

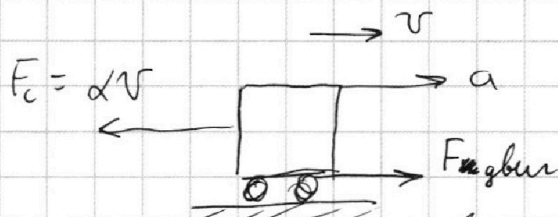
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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  $\alpha$  - константа.

Обозначим за  $F_{двиг}$  силу, толкающую автомобиль вперед направ. движения, создаваемую двигателем. Мощность двигателя обозначим

за  $P$ . Тогда  ~~$F_{двиг} = P/v$~~   $P = F_{двиг} \cdot v$

$$F_{двиг} = \frac{P}{v}$$

Запишем второй закон Ньютона по оси движения автомобиля:

$$F_{двиг} - F_c = ma$$

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

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

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

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

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

в начальный момент времени:

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

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

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

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

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

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.

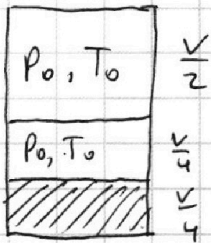
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$P_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$ ;  $\nu_{He}$  - количество гелия  
 $\nu_{CO_2}$  - количество углекислого газа  
 $P_0 \cdot \frac{V}{4} = (\nu_{CO_2} + \nu_{H_2O}) RT_0$ ;  $\nu_{H_2O}$  - количество водяных паров  
 $\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2} + \nu_{H_2O}} = 2$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

То число  $> 273$  К м.к.   
 Если была вода.

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

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

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

$P_{CO_2} = P_0 \frac{\frac{5T}{T_0} + 7,5}{18,5} = P_0 \frac{10 \frac{T}{T_0} + 15}{37}$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

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

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

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

$$\frac{T}{T_0} = \frac{178}{165}$$

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  $\varphi_1$ ; второй -  $\varphi_2$ ; 3-ей  $\varphi_3$

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

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

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

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

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

Пусть  $\varphi = 0$  на бесконечности = 0

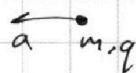
Тогда  $\varphi_1 = 0$ ;  $\varphi_2 = U$ ;  $\varphi_3 = -3U$

Когда частица между 1 и 2:

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

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

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



Этот - полная энергия частицы:

$$E_{общ} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} + qU = \frac{mv_3^2}{2} - 3qU$$

" "
" "
" "

$K_1$      $K_2$      $K_3$

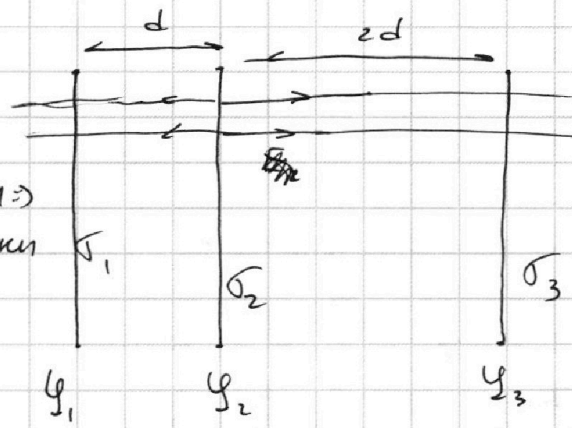
$K_1 - K_2 = qU$

в (1) А:

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

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

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



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!

До замыкания ключа в схеме ток через катушки установившиеся  $\Rightarrow$  сопро-  
тивления индуктив не  
падало; 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:

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

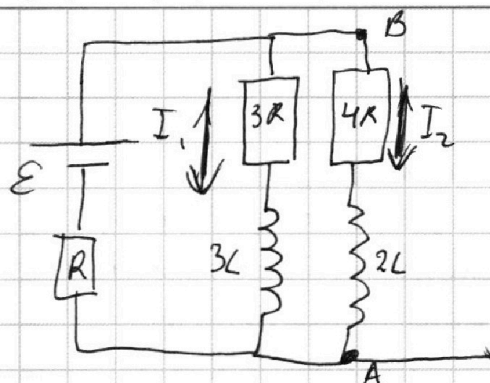
$$L I_3' = 3R I_1 + 3L I_1'$$

$\uparrow$  верно для любого  
момента времени  
 $\Rightarrow$  проинтегрируем до  $\infty$ :

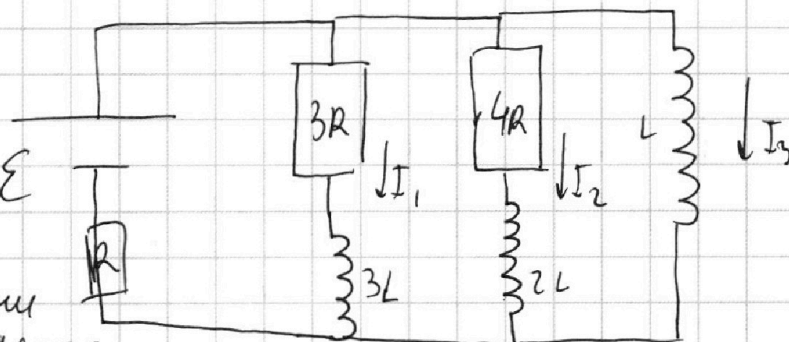
$$L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} = 3R q - 3L \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

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

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



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



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



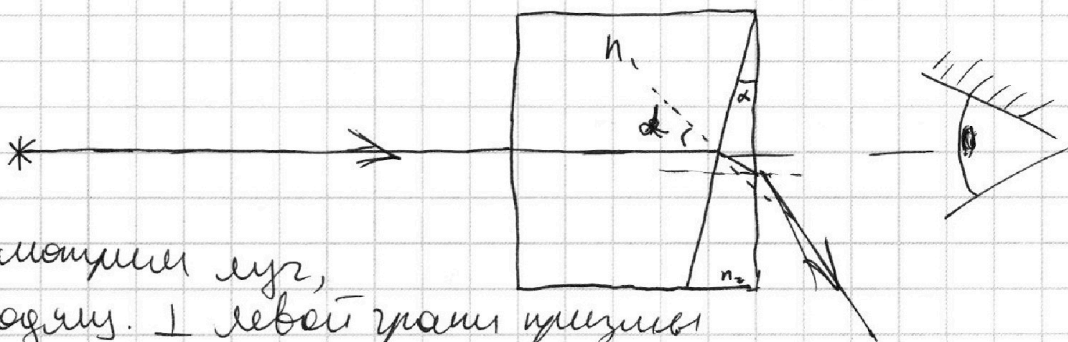
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



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

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

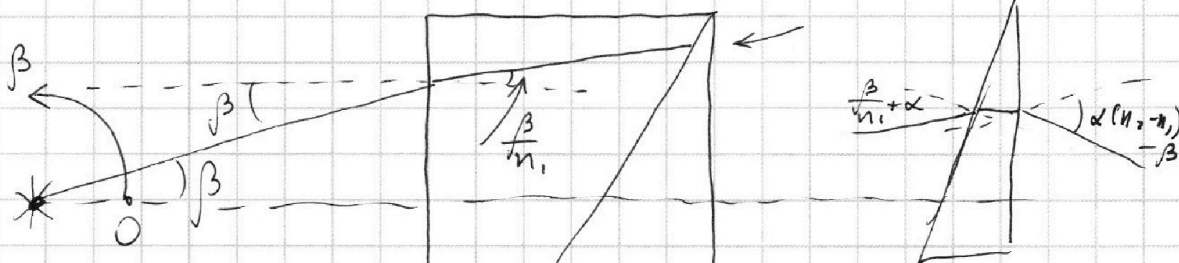
$$\alpha n_1 = \alpha_2 n_2; \alpha_2 = \alpha \frac{n_1}{n_2};$$

но  $\beta$  угол  $\Delta$  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  $\beta$ ;  
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  $\alpha(n_2 - n_1) - \beta$

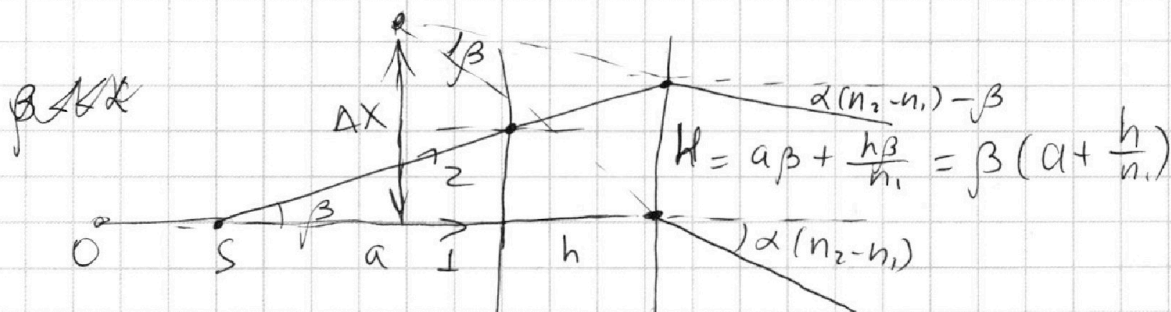
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

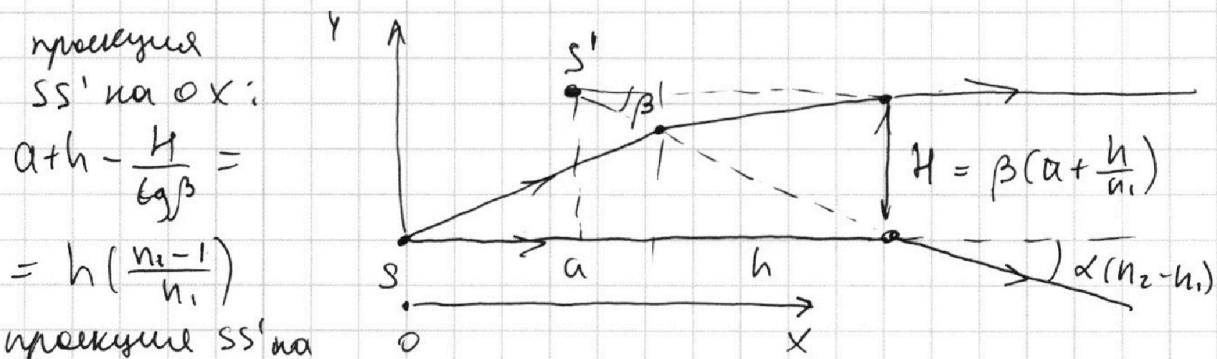
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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  $\Delta x$  от точки пересечения продолжения 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.



прямая  $SS'$  на  $Ox$ :

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

прямая  $SS'$  на  $Oy$ :

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

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!



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

$$\Delta U = k \cdot$$

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

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

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

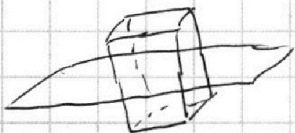
$$P \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} - \nu_0) RT$$

$$P_{CO_2} \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} - \nu_0) RT$$

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

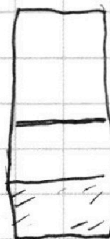
$$\Delta U = k(P - P_0) k(P - P_0) \cdot \frac{V}{4}$$

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

$$\nu_{CO_2} =$$

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

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



$\frac{V}{2}$

$kV$

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

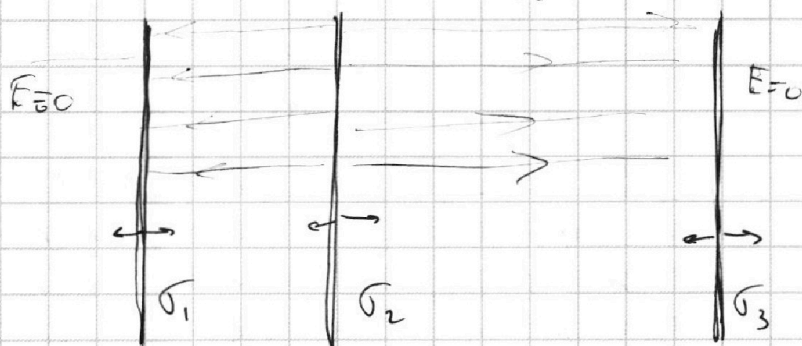


$kV$

$4V$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$E_{23} = \frac{2U}{d}$$



$-4U$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

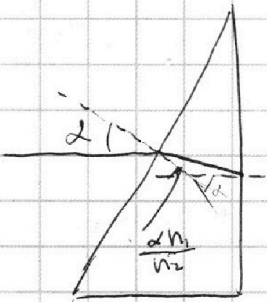
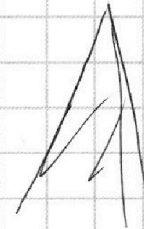
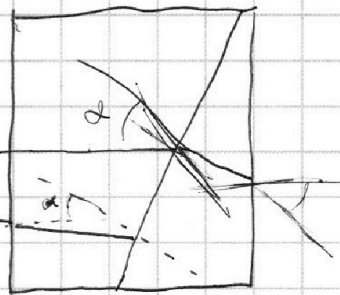
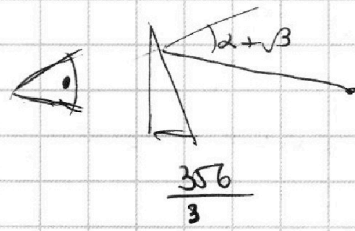
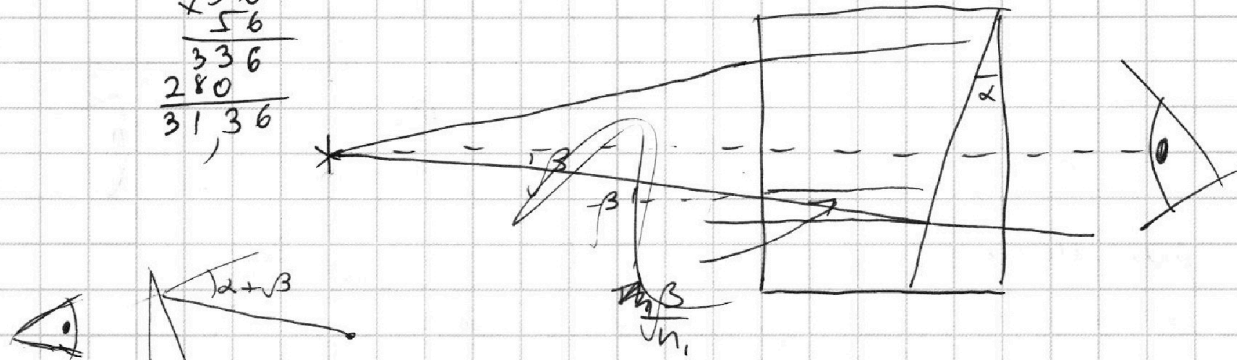
- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



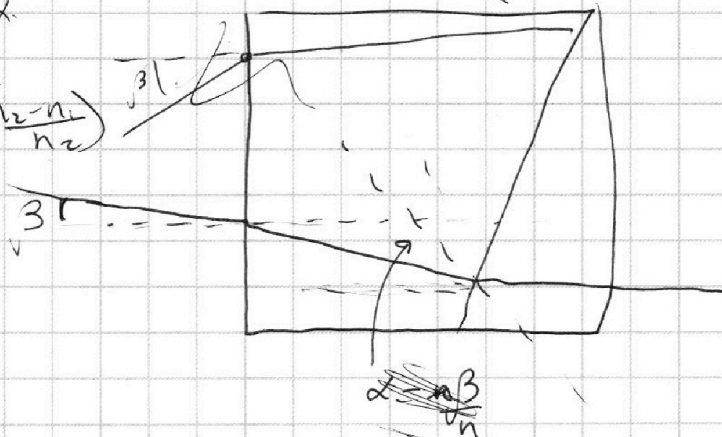
$$\begin{array}{r}
 \times 56 \\
 \underline{56} \\
 336 \\
 280 \\
 \hline
 3136
 \end{array}$$



$$s \sin \alpha \cdot n_1 = s \sin \beta$$

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

$$\alpha (n_2 - n_1)$$



$$a \beta$$

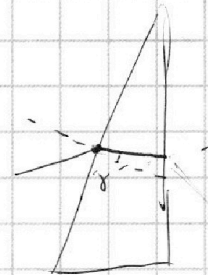
$$n_1 \cdot \left( \alpha + \frac{\beta}{n_1} \right) = \gamma \cdot n_2$$

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

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

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

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



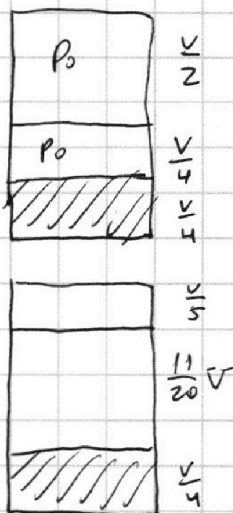
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

 МФТИ

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



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

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

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

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

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

$$p_{CO_2} \frac{11}{20} V = J_{CO_2} R T$$

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