



# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023



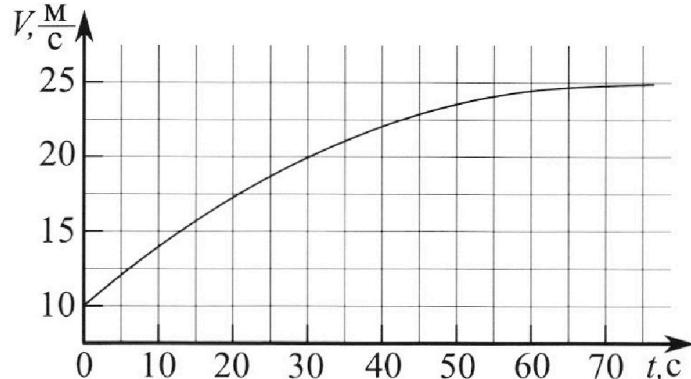
## Вариант 11-03

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%.



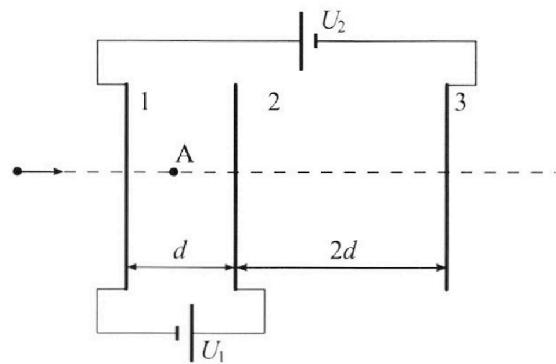
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p$ . 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  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  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

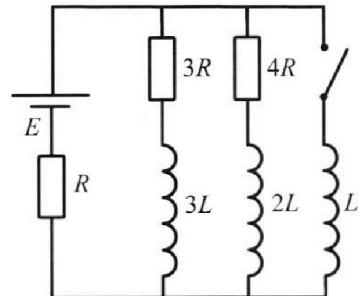


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

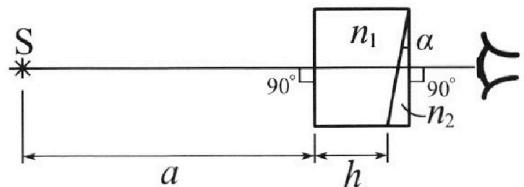
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с 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.





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

Схема движения автомобиля вправо с ускорением  $a$ :

Обозначим за  $F_c$  силу, пропорциональную скорости движения; по условию  $F_c \propto V \Rightarrow F_c = \alpha V$ , где  $\alpha$  - константа.

Обозначим за  $F_{gben}$  силу, тормозящую автомобиль вдоль направления движения, создаваемую движением.

Мощность движения обозначим за  $P$ . Тогда  ~~$P = F_{gben} \cdot V$~~   $P = F_{gben} \cdot V$

$F_{gben} = \cancel{P} \frac{V}{\cancel{V}}$

Запишем второй З-Н Ньютона по оси движения автомобиля:

$$F_{gben} - F_c = ma$$

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

~~$\frac{V_0}{t_k} \approx 0$~~   $F_{gben} = F_{ck} \Rightarrow$

$$F_{ck} = 600 \text{ Н} = 2 \cdot V_k \quad \alpha = \frac{F_k}{V_k} = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}} \Rightarrow$$

$$F_{comp.0} = \alpha V_0 = 24 \cdot 10 = 240 \text{ Н} \Rightarrow$$

в начальный момент времени:

$$F_0 - F_{comp.0} = M a_0 , \text{ где } a_0 - \text{ускорение в нач. момента времени.}$$

Чтобы определить  $a_0$  будем считать, что  
автомобиль гасит ускорение от 0 до 12,5 с тормозом вдоль отрезка.

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

$$F_0 = M a_0 + F_{comp.0} = 1500 \cdot 0,4 + 240 = 840 \text{ Н} ; \quad F_0 \cancel{\rightarrow} \Rightarrow F_0 = \frac{P_0}{V_0}$$

$$\cancel{P_0} \frac{V_0}{F_0} = P_0 = F_0 \cdot V_0 = 840 \cdot 10 = 8400 \text{ Вт}$$

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.

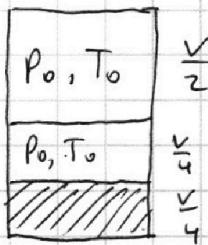
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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



$$P_0 \frac{V}{2} = J_{He} RT_0 ; J_{He} - \text{коэффициент}$$

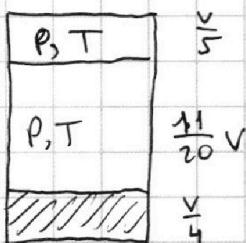
$$J_{CO_2} - \text{коэффициент}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = (J_{CO_2} + J_{H_2O}) RT_0 ; J_{H_2O} - \text{коэффициент-базовый}$$

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

$$P_{H_2O} \text{ в начальном мало} \Rightarrow J_{H_2O} \approx 0$$

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



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

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

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

$$P = P_{CO_2} + P_{H_2O} \cdot c = P_{CO_2} + P_{ATM} = P_{CO_2} + 2 P_0$$

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

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

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

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

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

$$\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} = 2 + \frac{5 \left( \frac{1}{RT_0} + k \right)}{11} \quad \text{Т. макс} > 273 \text{ K} \text{ при}$$

$$P_{CO_2} \left( 11 + \frac{5k}{RT_0} RT \right) = P_0 \left( \frac{5RT}{RT_0} + 5k RT \right) \quad \Rightarrow RT_0 \approx 2 \cdot 10^3 \text{ K, макс}$$

$$P_{CO_2} \left( 11 + 7,5 \right) = P_0 \left( \frac{5T}{T_0} + 7,5 \right) \quad P_{CO_2} = P_0 \frac{\frac{5T}{T_0} + 7,5}{18,5} = P_0 \frac{10 \frac{T}{T_0} + 15}{37}$$

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



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!

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

$$2 \frac{I}{T_0} + 3 + \frac{74}{5} = \frac{39}{2} \frac{I}{T_0}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

6 а) из симметрии  
потенциалы во всех  
точках решетки равны  $\Rightarrow$

1) потенциал 1-ой решетки  
 $U_1$ ; второй -  $U_2$ ; третий  $U_3$

Пусть потенциалы  
зарядов во решетке  
1,2,3 -  $U_1, U_2, U_3$  соотв.

$$\text{П тогда: } E_{\text{внеш}} = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{2\varepsilon_0} = 0$$

$$E_{12} = -\frac{U}{d} = \frac{U_1 - U_2 - U_3}{2\varepsilon_0}$$

$$E_{23} = \frac{4U}{2d} = \frac{2U}{d} = \frac{U_1 + U_2 - U_3}{2\varepsilon_0}$$

$$\text{Отсюда } U_1 = -\frac{\varepsilon_0 U}{d} \quad U_2 = \frac{3\varepsilon_0 U}{d} \quad U_3 = -\frac{2\varepsilon_0 U}{d}$$

Пусть ~~и~~ К на бесконечности = 0

$$\text{Тогда } U_1 = 0; U_2 = U; U_3 = \cancel{-3U} - 3U$$

Когда гасим между 1 и 2:  $E_{12} = \frac{U}{d}$

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

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

$$\overset{\leftarrow}{a} m, q$$

б) Един - общее значение зарядов:

$$\begin{aligned} E_{\text{общ}} &= \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + qU = \frac{mV_3^2}{2} - 3qU \\ K_1 &\quad \text{"} \quad K_2 \quad \text{"} \\ K_1 - K_2 &= qU \end{aligned}$$

б (.) А :

$$U_A = \frac{1}{4} \cdot U_2 = \frac{U}{4} \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + \frac{qU}{4}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{qU}{md}; qU; \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$



- 1  2  3  4  5  6  7

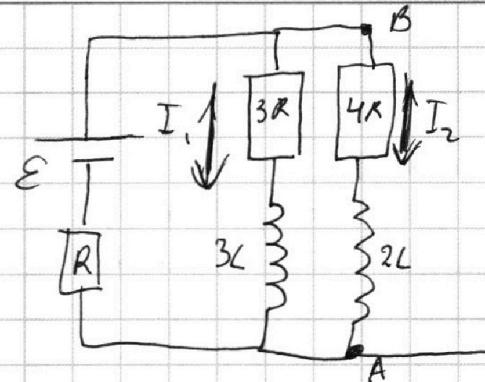
**МФТИ.**

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

По замыканию клемма  $B$   
текуще токи через катушки  
установившись  $\Rightarrow$  сопротив-  
ление неизвестно и не  
нагружена; т.е. погружена

$$I_1 = \frac{7}{19} \frac{\varepsilon}{R} \cdot \frac{4}{7} = \frac{28}{57} \frac{\varepsilon}{R}$$

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



$$I_{AB} = \frac{C}{R_{\text{экв}}} = \frac{\varepsilon}{R + \frac{12}{7} \frac{1}{R}} = \frac{7}{19} \frac{\varepsilon}{R}$$

на  $BA$  падает  $\frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{R}$   $I_{10} = I_1 = \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$

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

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

После замыкания ток через катушку  $L$  будет убывать.  
пока не установившись и не закоротим  $A$  и  $B \Rightarrow$   
т.е.  $U_{B_K} - U_{A_K} = 0$ .

но 3-му каср:

$$L I'_3 = 4R I_2 + 2L I'_2$$

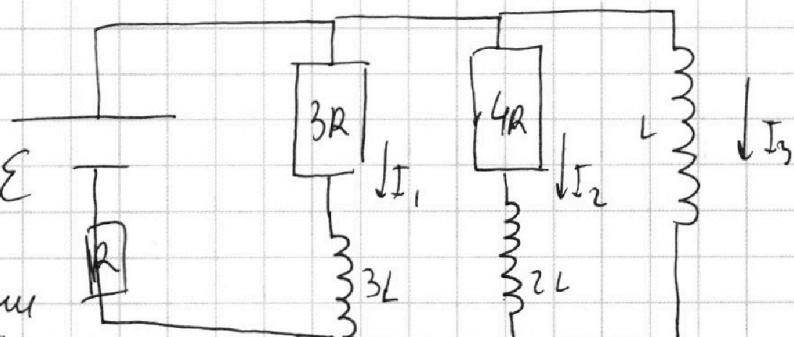
$$L I'_3 = 3R I_1 + 3L I'_1$$

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

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

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

Оконч.  $\frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}; \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{R L}; \frac{31}{57} \frac{L \varepsilon}{R^2}$

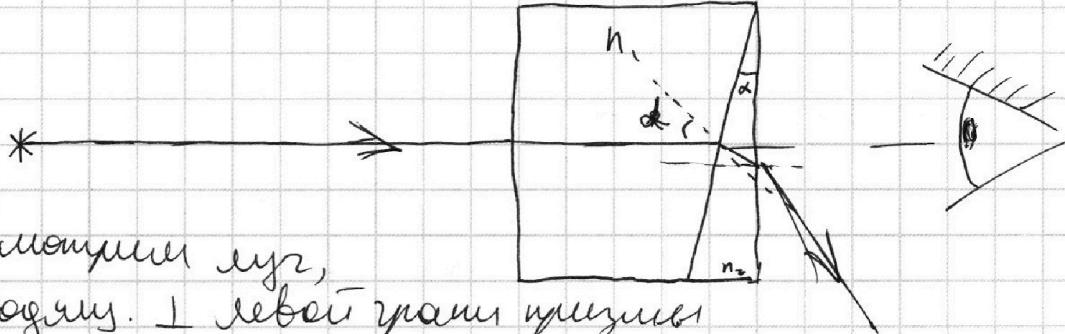


$$I_{3K} = \frac{\varepsilon}{R}$$



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

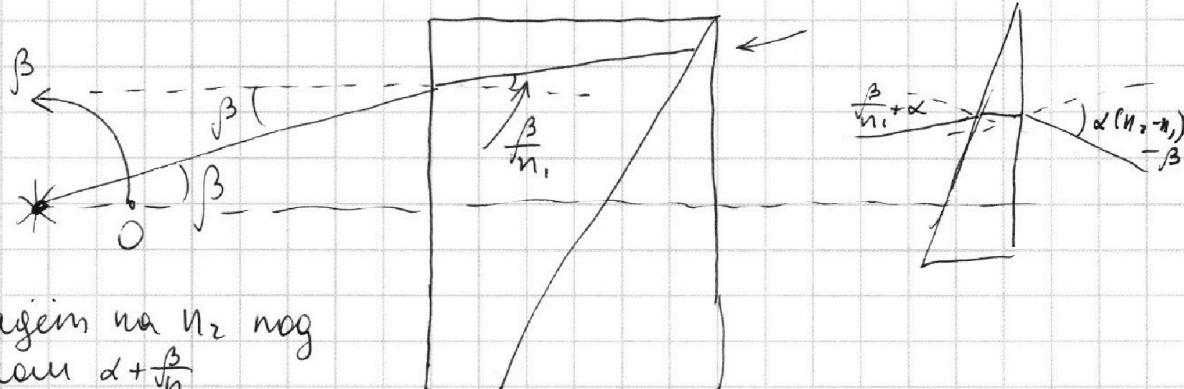


расстоянием  $d$ ,  
проходит из левой грани прямой  
в первом срезе путь пройдет без преломления;  
но вовнутрь он уйдет под углом  $\alpha \Rightarrow$ :

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin d_2 \text{ m.k. } \cancel{\text{для } d-\text{максимум}} \\ \alpha = n_2 \arcsin \frac{n_1}{n_2}; d_2 = \alpha \frac{n_1}{n_2}; \\ \text{но } \exists \text{ угол } \Delta \text{ путь выйдет под углом } \alpha - \Delta \frac{n_1}{n_2} = \alpha \frac{n_2 - n_1}{n_2} \\ \Rightarrow \text{из условия выходит под углом } \alpha_2 = \alpha \left( n_2 - n_1 \right)$$

Пусть путь идет под углом  $\beta$ :  
затем в  $n_1$  под углом  $\frac{\beta}{n_1}$

$$n_2 = 1,7; n_1 = 1,0 \Rightarrow \\ \alpha_2 = 0,07, \text{ под } \underline{\underline{\beta}}$$



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

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

Учтем на путь под углом  $\alpha - \frac{\alpha n_1 + \beta}{n_2} = \frac{\alpha(n_2 - n_1) - \beta}{n_2}$   
и выйдем под углом  $\alpha(n_2 - n_1) - \beta$

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

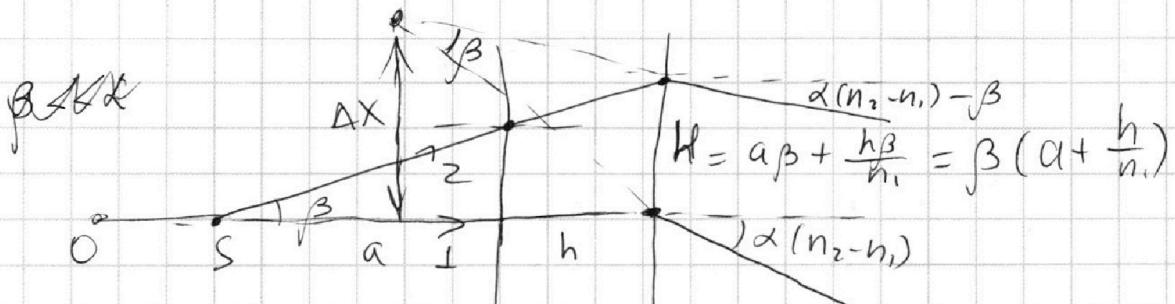
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



Пусть луч 1 // горизонту; луч 2 падает под  $\angle \beta$   
тогда они будут под углом  $\alpha - \alpha(n_2 - n_1)$  и  
 $-(\alpha(n_2 - n_1)) + \beta$ . Так как угол между

лучами, то можно сделать, что преломление  
расстоянием  $h$  от точки пересечения приведет  
к тому, что лучей до оси SO  $\Rightarrow$   
тогда расстояние от источника до изображения  
равно:  $a + h - \frac{\beta(\alpha + \frac{h}{n_1})}{\tan \beta} = h - \frac{h}{n_1} = h(\frac{n_1 - 1}{n_1})$

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

преключение  
 $SS'$  на  $Ox$ :

$$a + h - \frac{h}{\tan \beta} =$$

$$= h(\frac{n_1 - 1}{n_1})$$

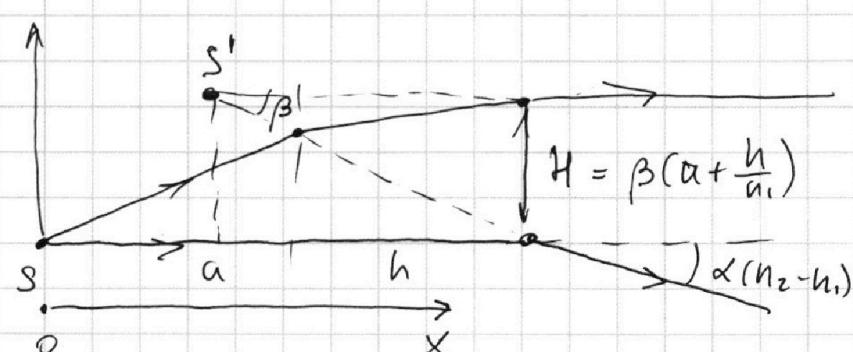
преключение  $SS'$  на

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

$$2) n_1 = 1,0; n_2 = 1,7 \quad SS' = \sqrt{H^2 + h^2}$$

$$3) n_1 = 1,4 \quad n_2 = 1,7$$

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



$$SS' = H = \sqrt{(1,7 - 1,0) \cdot 0,1}$$

$$\cdot 104 \text{ см} =$$

$$= 104 \cdot 0,07 \approx$$

$$\approx 7 \text{ см}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

**МФТИ.**

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

$$P = \frac{A}{\partial t}$$

$$A = F_i S$$

$$P = F \cdot V$$

$$\Delta V = k(P_{\text{CO}_2} - P_0) \cdot \frac{V}{4}$$

1)  $\Delta V = k(P_{\text{CO}_2} - P_0) \cdot \frac{V}{4}$

$$P_0 \frac{V}{2} = \bar{V}_{\text{He}} RT_0$$

$$\bar{V}_{\text{He}} = 2 \bar{V}_{\text{CO}_2}$$

$$P_0 \frac{V}{4} = \bar{V}_{\text{CO}_2} RT_0$$

$\bar{V}_{\text{CO}_2} =$

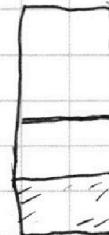
$$\frac{P_0}{P} \frac{5}{2} = \frac{RT_0}{RT}$$

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

$$P \frac{V}{5} = \bar{V}_{\text{He}} RT$$

$$P_0 \cdot \frac{11}{20} V = (\bar{V}_{\text{CO}_2} - \bar{V}_{\text{He}}) RT$$

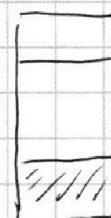
$$P_{\text{He}} \cdot \frac{4}{20} V = \bar{V}_{\text{H}_2\text{O}} RT$$



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

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

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



$$\Delta V = k P_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V}{4} - k P_0 \frac{V}{4}$$

$$P_{\text{CO}_2} \cdot \frac{11}{20} V = RT \cdot k \cdot \frac{V}{4} RT (\bar{V}_{\text{CO}_2} - \frac{kV}{4} (P_{\text{CO}_2} - P_0))$$



$$2E \cdot a^2 = \frac{\sigma a^2}{c_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{a} = 0$$

$$\frac{\sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{V}{d}$$

$$\frac{4\sigma_3(\sigma_2 + \sigma_1 - \sigma_3)}{2\varepsilon_0} = \frac{2V}{d}$$

$$-\frac{2\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{V}{d} \quad -\frac{2\sigma_3}{2\varepsilon_0} = \frac{2V}{d}$$

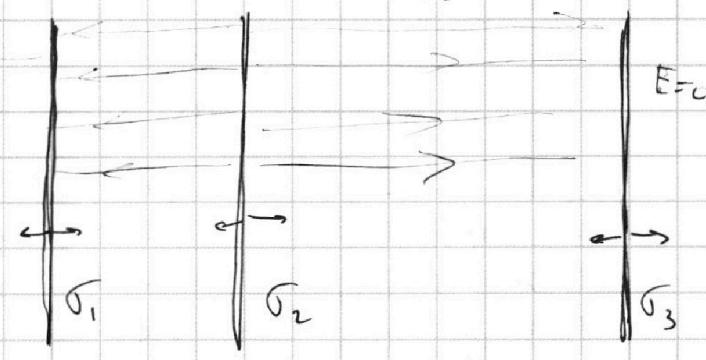
$$\sigma_1 = -\frac{2\varepsilon_0 V}{d}$$

$$\sigma_3 = -\frac{2\varepsilon_0 V}{d}$$

$$\sigma_2 = \frac{3\varepsilon_0 V}{d}$$

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

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





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

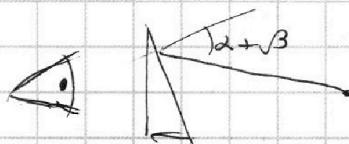
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



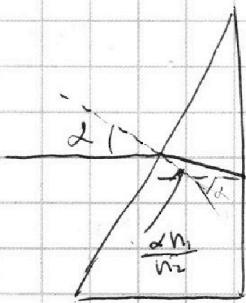
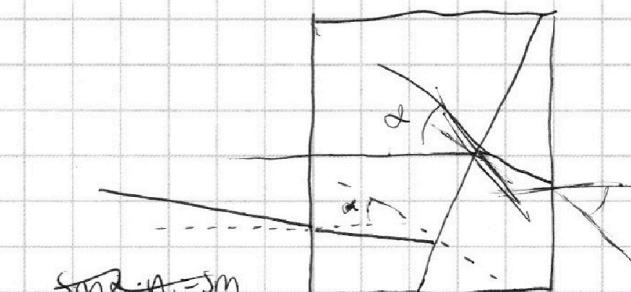
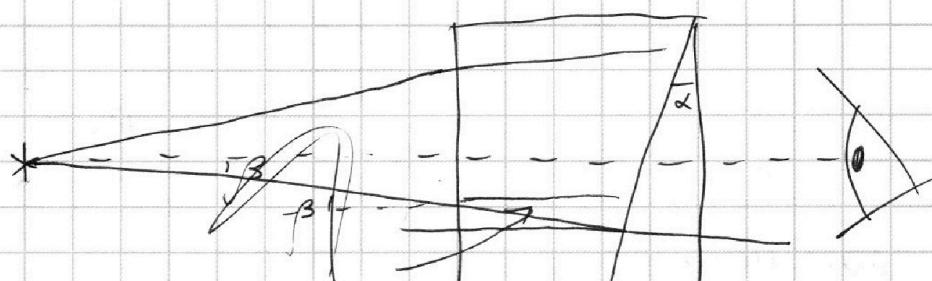
МФТИ

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

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



$$\frac{356}{3}$$

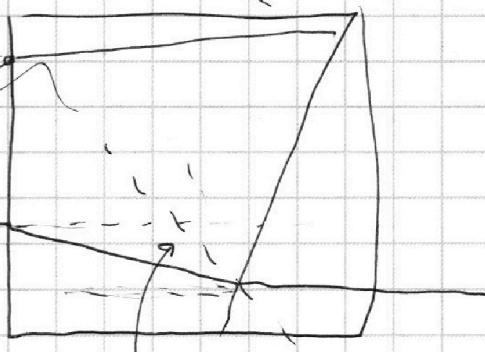


$$\sin A = \frac{m}{\sqrt{m^2 + n^2}}$$

$$\mathcal{L}(n_2 - h)$$

$$\frac{2x}{2 \left( \frac{n_2 - n_1}{n_2} \right)}$$

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



~~2-AB~~

$\alpha, \beta$

$a\beta$   
astroph

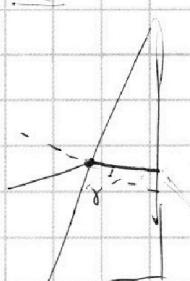
$$n_1 \cdot \left( \alpha + \frac{\beta}{m_1} \right) = r \cdot n_2$$

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

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

$$\propto (n_2 - n_1)_{\text{eff}}$$

$$\alpha\beta + \frac{h\beta}{n}$$



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

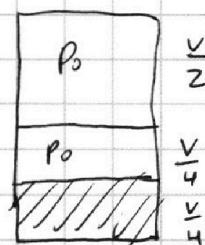
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1      2      3      4      5      6      7

МФТИ



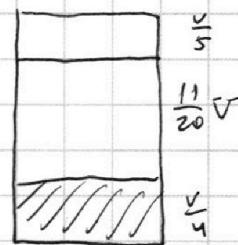
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$P_0 \frac{V}{2} = J_{He} R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{4} = J_{CO_2} R T_0$$

$$\Delta J_1 = K \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$$



$$P_1 \frac{V}{5} = J_{He} R T$$

$$P_1 = P_{CO_2} + P_{He}$$

$$P_{CO_2} \frac{11}{20} V = J_{CO_2} R T \frac{62}{(40+62)} R T$$

$$\Delta J_2 = K P_{CO_2} \cdot \frac{11}{20} V$$