



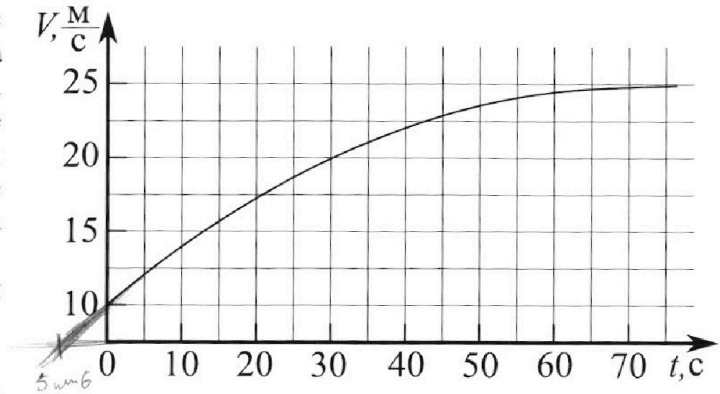
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

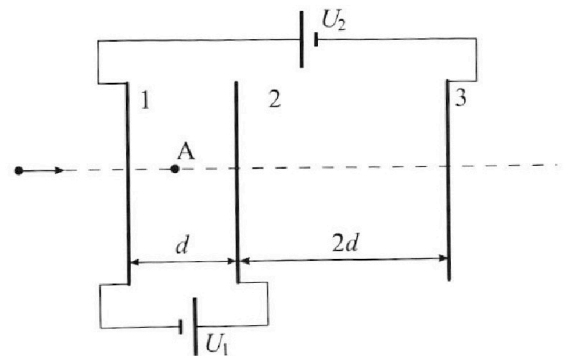
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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  $w$  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

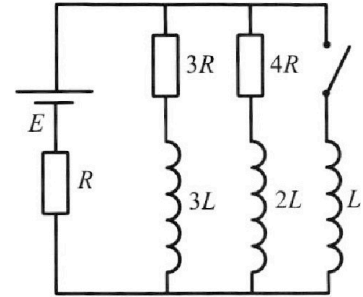
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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?

Отв еты 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.

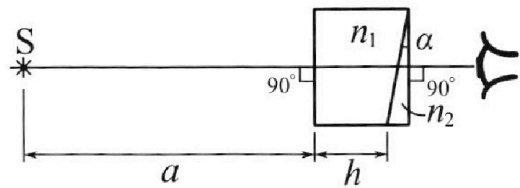


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

1) На графике  $v(t)$  ускорение — это тангенс угла наклона касательной к графику. Продолжим график скорости влево, не меняя угла наклона кривой, и отметим пересечение с осью времени. Скорость уменьшилась с 7,5 м/с до 10 м/с как будто за время 5 или 6 сек, поэтому

$$a_0 \approx \frac{10 - 7,5}{5} = 0,5 \text{ м/с}^2 \quad \text{или} \quad \frac{10 - 7,5}{6} \approx 0,417 \text{ м/с}^2$$

Для ответа возьмем среднее значение:  $a_0 \approx 0,46 \text{ м/с}^2$ .

2) 2 3-й Ньютона для конца разгона:  $m \cdot a = +F_k - d \cdot v_k$ ,

где  $d$  — коэффициент сопротивления,  $v_k$  — конечная скорость.  
Из графика  $v_k = 25 \text{ м/с}$ , отсюда  $d = 24 \text{ Н} \cdot \text{с/м} = 24 \text{ кг/с}$ .

2 3-й Ньютона для начала разгона:  $m \cdot a_0 = +F_0 - d \cdot v_0$ ,

где  $v_0$  — начальная скорость. Из графика  $v_0 = 10 \text{ м/с}$ , отсюда

$$F_0 = 1500 \cdot 0,46 + 24 \cdot 10 = (460 + 240) + 240 = 930 \text{ Н}.$$

3)  $P_0 = F_0 \cdot v_0 = 930 \cdot 10 = 9300 \text{ Вт}$ .

Ответ: 1)  $a_0 \approx 0,46 \text{ м/с}^2$

2)  $F_0 \approx 930 \text{ Н}$

3)  $P_0 \approx 9300 \text{ Вт}$ .



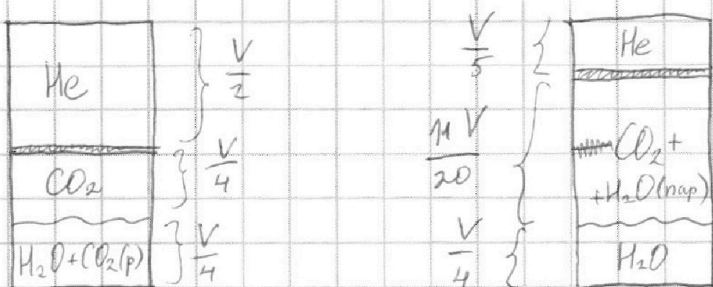
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) Уравнение Менделеева - Клапейрона для газообразного гелия:

$$\frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} R T_0, \quad \text{для газообразного углекислого газа:}$$

$$\frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_c R T_0, \quad \text{откуда } \frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_c} = 2.$$

2) Пусть  $\frac{T}{T_0} = x$ ,  $p_{\text{атм}}$  — конечное давление в системе.

С одной стороны это равно давлению гелия, поэтому запишем уравнение Менделеева - Клапейрона для него:

$$p_{\text{кон}} \frac{V}{5} = \nu_{\text{He}} R T$$

С другой стороны это равно сумме парциальных давлений углекислого газа и водяного пара. ~~Уравнение Менделеева - Клапейрона для угл.~~  $p_{\text{кон}} = p_c + p_v$ . Заметим, что  $T = 373^\circ\text{K}$  — температура кипения воды, при которой давление насыщенного водяного пара равно  $p_{\text{атм}}$ , т.е.  $p_v = p_{\text{атм}}$ .  $p_c$  здесь — парциальное давление углекислого газа. По закону Генри:  $\Delta V = k \cdot \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$ .

Уравнение Менделеева - Клапейрона для углекислого газа:

$$p_c \cdot \frac{11V}{20} = (\nu_c + \Delta \nu) R T.$$

Из записанных для гелия уравнений следует, что  $\frac{T}{T_0} = x = \frac{4}{5} \cdot \frac{p_{\text{кон}}}{p_c}$ .

Подставляем  $\nu_c = \frac{p_{\text{атм}} V}{8 R T_0} = x \frac{p_{\text{атм}} V}{8 R T}$ ;  $p_c = p_{\text{кон}} - p_{\text{атм}}$ ,  $\Delta \nu$ :

$$(p_{\text{кон}} - p_{\text{атм}}) \cdot \frac{11}{20} \cdot V = \frac{1}{8} x p_{\text{атм}} V + \frac{1}{8} k p_{\text{атм}} V R T.$$



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!

Продолжение задачи №2!

Также поставим  $\rho_{\text{жж}} = \frac{5}{4} \times \rho_{\text{жл}}; k_{RT} = 1,5:$

$$\left(\frac{5}{4}x - 1\right) \rho_{\text{жж}} \cdot \frac{11}{20} = \frac{1}{8} \times \rho_{\text{жж}} \cdot V + \frac{1}{8} \rho_{\text{жж}} \cdot 1,5$$

$$\frac{55}{80}x - \frac{11}{20} = \frac{1}{8}x + \frac{1,5}{8} \quad | \cdot 80$$

$$55x - 44 = 10x + 15$$

$$45x = 59, \quad x = \frac{59}{45} \approx 1,311.$$

Ответ: 1) 2

2)  $\frac{59}{45} \approx 1,311$

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

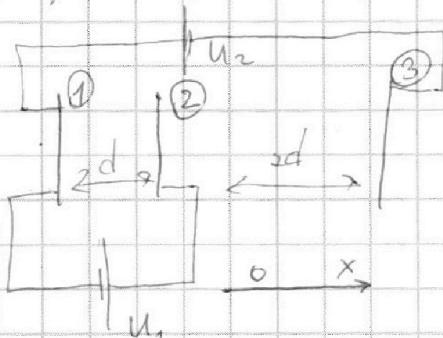
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Примем, что у пластин одинаковые размеры, т.е.  $S_1 = S_2 = S_3 = S$ .

Совокупность пластин 1 и 3 можно рассматривать как конденсатор.  
Его емкость равна  $\frac{S\epsilon_0}{3d}$ , где  $\epsilon_0$  — универсальная электрическая постоянная.

Формула заряда конденсатора:



Поле, создаваемое напряжением  $U_1$  между пластинами 1 и 2:

$$E_1 = \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d}$$

Поле, создаваемое напряжением  $U_2$  между пластинами 1 и 3:

$$E_2 = \frac{U_2}{d+2d} = \frac{3U}{3d} = \frac{U}{d}$$

Итоговое поле между пластинами 1 и 2 в проекции на ось  $Ox$ :

$$E_{12} = +E_1 - E_2 = 0$$

Итоговое поле между пластинами 2 и 3 в проекции на ось  $Ox$ :

$$E_{23} = -E_2 = -\frac{U}{d} \quad \text{Вне системы результирующее поле равно 0.}$$

а) В области между пластинами 1 и 2 поле  $E_{12} = 0$ , поэтому скорость не меняется; ускорение в таком случае равно 0.

Формульно через 2-й закон Ньютона:  $ma = qE_{12}$ ;  $a = \frac{qE_{12}}{m} = 0$ .

б) Как уже было сказано, скорость при пролете между пластинами 1 и 2 не меняется, поэтому не меняется и кинетическая энергия.  $K_1 - K_2 = 0$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



Продолжение задачи №3!

2) Как уже было сказано, скорость при пролёте между пластинами 1 и 2 не меняется, поэтому  $v_1 = v_2$ ;

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}; \quad K_1 = K_2; \quad K_1 - K_2 = 0.$$

3.) Между пластинами 1 и 2 не меняется, поэтому  $v_A = v_1$ .

Поскольку  $F_{\text{внеш}} = 0$ , ~~ускорение~~ вне системы равно 0,

поэтому  $v_1 = v_0$ . Следовательно  $v_A = v_0$ .

Ответ:

1) 0

2) 0

3.)  $v_0$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<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) В установившемся режиме ток в катушках не меняется, потому что эквивалентный участок проводов.

Используя формулы параллельного и последовательного соединения резисторов, найдем общее сопротивление схемы в установившемся режиме:

$$R_0 = \frac{3R \cdot 4R}{3R + 4R} + R = \frac{12}{7}R, \text{ откуда } I_0 = \frac{7}{12} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Обозначим  $I_{20}$  ток через резистор  $4R$  в уст. режиме.

Напряжения на  $3R$  и  $4R$  равны, по закону Ома  $3R I_{10} = 4R I_{20}$ ,

$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10}. \text{ При этом } I_0 = I_{10} + I_{20} = \frac{7}{4} I_{10}; \quad I_{10} = \frac{4}{7} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}.$$

2)  $I_{20} = \frac{3}{4} I_0 = \frac{3}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$ . Обозначим ток через катушку

$L$  как  $I_3$ , через катушку  $3L$  — как  $I_1$ , через  $2L$  — как  $I_2$ .

Запишем ~~сначала~~ 2 ~~з-на~~ Кирхгофа для замкнутой цепи:

~~$\mathcal{E} - 3L I_1' = R I_0$~~   $\mathcal{E} - L I_3' = R I_0;$

$$I_3' = \frac{\mathcal{E} - R I_0}{L} = \frac{12}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{L}.$$

3) ~~Запишем 2 з-на Кирхгофа для замкнутой цепи:~~

~~$\mathcal{E} - 3L I_1' = R I_{0x}$ , где  $I_{0x}$  — общий ток в системе~~

~~(ток через источник) в какой-то момент времени.~~

3) Запишем систему 2 з-на Кирхгофа для замкнутых цепей:

$$\begin{cases} \mathcal{E} - 3L I_1' = 3R I_1 + R(I_1 + I_2 + I_3) \\ \mathcal{E} - 2L I_2' = 4R I_2 + R(I_1 + I_2 + I_3) \\ \mathcal{E} - L I_3' = R(I_1 + I_2 + I_3) \end{cases}$$

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"/>

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

МФТИ



Продолжение задачи №4!

~~В первом из этих уравнений обе части на малы.~~

$$\begin{cases} \mathcal{E} - 3LI_1' = 4RI_1 + RI_2 + RI_3 \\ \mathcal{E} - 2LI_2' = RI_1 + 5RI_2 + RI_3 \\ \mathcal{E} - LI_3' = RI_1 + RI_2 + RI_3 \end{cases}$$

Вычтем третье уравнение из первого:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} - 3LI_1' - (\mathcal{E} - LI_3') &= 3RI_1 \\ -3LI_1' + LI_3' &= 3RI_1 \end{aligned}$$

Умножим обе части уравнения на малый промежуток времени  $\Delta t$ :

$$-3L I_1' \Delta t + L I_3' \Delta t = 3RI_1 \Delta t$$

Аннулируя это уравнение для всех  $\Delta t$ , получаем:

$$-3L (I_{1\text{кон}} - I_{10}) + L (I_{3\text{кон}} - I_{30}) = 3R \Delta q_1$$

~~Подставляем  $I_1$~~  После замыкания катушки в установившемся режиме катушка эквивалентна участку провода, поэтому весь ток пойдет через  $L$ , а  $I_{1\text{кон}} = I_{2\text{кон}} = 0$ .

$$\mathcal{E} = RI_{3\text{кон}}; \quad I_{3\text{кон}} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Подставляем  $I_{1\text{кон}}$ ,  $I_{3\text{кон}}$ ;  $I_{30} = 0$ :

$$-3L \left( 0 - \frac{4}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} \right) + L \left( \frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right) = 3R \Delta q_1, \quad \frac{31}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}L}{R} = 3R \Delta q_1$$

$$\Delta q_1 = \frac{31}{57} \cdot \frac{\mathcal{E}L}{R^2}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{4}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} \quad 2) \frac{12}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{L} \quad 3) \frac{31}{57} \cdot \frac{\mathcal{E}L}{R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

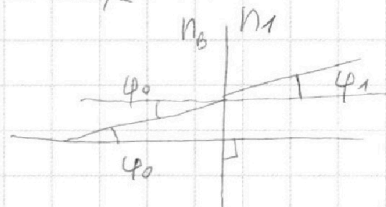
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

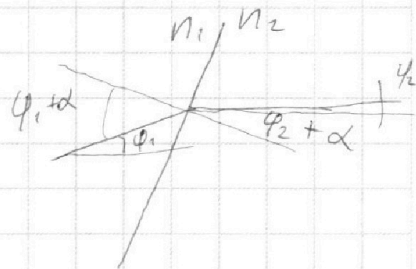
Рассмотрим ход луча в системе. Для касала запишем закон Снелла ~~в общем виде~~ в общем виде:  $n_1 \sin(\varphi_1) = n_2 \sin(\varphi_2)$ , где малых  $\varphi$  верно  $\sin(\varphi) \approx \varphi$ .  $n_1 \varphi_1 = n_2 \varphi_2$

При переходе границы  $n_3 - n_1$ :  
 $\varphi_1 n_1 = \varphi_0 n_3$ ;  $\varphi_1 = \frac{n_3}{n_1} \varphi_0$ .



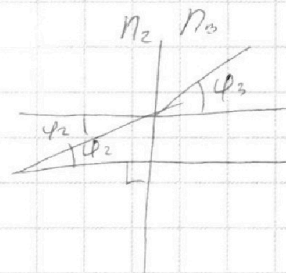
$(\varphi_2 + \alpha) n_2 = (\varphi_1 + \alpha) n_1$ ; (при переходе  $n_1 - n_2$ ):

$$\varphi_2 = \frac{1}{n_2} (n_3 \varphi_0 + n_1 \alpha) - \alpha = \frac{n_3}{n_2} \varphi_0 - \frac{n_2 - n_1}{n_2} \alpha$$



При переходе  $n_2 - n_3$ :

$$n_3 \varphi_3 = n_2 \varphi_2$$
;  $\varphi_3 = \varphi_0 - \frac{n_2 - n_1}{n_3} \alpha$ .



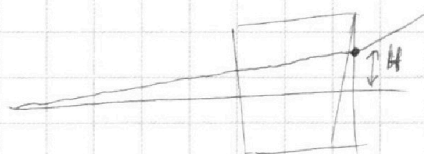
Мы получили интересную формулу:

$$\varphi_3 = \varphi_0 - \frac{n_2 - n_1}{n_3} \alpha$$

Найдём  $H$ , обозначенную на рисунке:

$$H = a \varphi_0 + b \varphi_1 + 0 \cdot \varphi_2 =$$

$$= (a + b \frac{n_3}{n_1}) \varphi_0$$



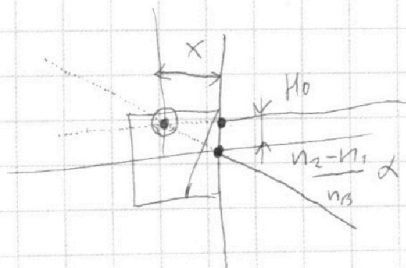
Найдём такое  $\varphi_0$ , что  $\varphi_3 = 0$ :  $\varphi_0 - \frac{n_2 - n_1}{n_3} \alpha = 0$ ;  $\varphi_0 = \frac{n_2 - n_1}{n_3} \alpha$ .

Для такого  $\varphi_0$ :  $H = (a + b \frac{n_3}{n_1}) \frac{n_2 - n_1}{n_3} \varphi_0 = (a \frac{n_2 - n_1}{n_3} + b \frac{n_2 - n_1}{n_1}) \alpha$   
 Обозначим эту константу  $H_0$ .

Для  $\varphi_0 = 0$ :  $\varphi_3 = - \frac{n_2 - n_1}{n_3} \alpha$ .

Для малых углов  $\sin(\varphi) \approx \tan(\varphi) \approx \varphi$ , поставим

$$\frac{n_2 - n_1}{n_3} \alpha = \frac{H_0}{x}$$
;  $x = \frac{n_3}{n_2 - n_1} \frac{H_0}{\alpha}$ .





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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



## Продолжение задачи №5!

$x$  — расстояние между правой границей оптической системы и изображением предмета, находящимся на пересечении продолжений выходящих лучей.

$$L_x = (a+h) - x = a+h - \frac{n_B}{n_2-n_1} \cdot \left( a \frac{n_2-n_1}{n_B} + h \frac{n_2-n_1}{n_1} \right) =$$

$$= a+h - \left( a + \frac{n_B}{n_1} h \right) = -\frac{n_B-n_1}{n_1} h$$

расстояние между изображением и источником ~~будет~~ в направлении перпендикулярной наружной поверхностям призмы.

В направлении, параллельном наружной поверхностям призмы, расстояние равно  $\theta - H_0 = -H_0$ .

По теореме Пифагора исконое  $L = \sqrt{L_x^2 + (-H_0)^2} =$

$$= \sqrt{\left( \frac{n_B-n_1}{n_1} h \right)^2 + \left( \frac{n_2-n_1}{n_B} a + \frac{n_2-n_1}{n_1} h \right)^2}$$

1)  $-\frac{n_2-n_1}{n_B} a = -\frac{1,7-1,0}{1,0} \cdot 0,1 = -0,7$  рад. (знак минус означает, что вниз)

2)  $L = \sqrt{(-0,9a + 0,9h)^2 + (0,7a + 0,7h)^2} =$

2)  $L = \sqrt{\left( \frac{1-1}{1} h \right)^2 + \left( 0,7a + 0,7h \right)^2} \cdot 0,1^2 = \frac{0,08}{0,1} (a+h) = 7,28$  см.

3)  $L = \sqrt{\left( \frac{1-1,4}{1,4} h \right)^2 + \left( 0,3a + \frac{0,3}{1,4} h \right)^2} \cdot 0,1^2 =$

$$= \sqrt{(4 \text{ см})^2 + (3 \text{ см})^2} = 5 \text{ см.}$$

- Ответ:
- 1) 0,7 рад.
  - 2) 7,28 см
  - 3) 5 см.



На одной странице можно оформлять **только одну задачу**.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

Сурхайко пропустит . . .

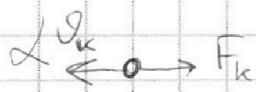
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

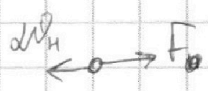
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



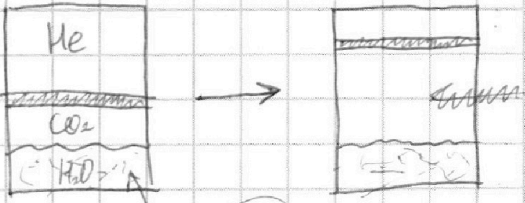
$$\alpha = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ мкс}} = 24 \frac{\text{Н}}{\text{мкс}} = 24 \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\text{с}} = 24 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$



$$a_{\text{наш}} \approx \frac{10 \cdot 25}{6 \cdot 5} = 0,8333 \text{ срезнее}$$

$$1500 \cdot 0,45 = F_0 - \alpha V_0 \quad F_0 = 1350 + 24 \cdot 10 = 1590 \text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 V_0 = 1590 \cdot 10 = 15900 \text{ Вт}$$



$$V_{\text{He}} = \frac{\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2}}{RT_0} = \frac{P_{\text{атм}} V}{4RT}$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}}{RT_0} + k \frac{P_{\text{атм}} V_0}{2 \cdot 4} = \frac{(P_{\text{атм}}) \frac{11V}{20}}{RT}$$

$$\frac{P_A V}{4RT_0} = \frac{P_K V}{5RT}$$

$$\frac{P_A V}{8RT_0} + \frac{k P_A V}{8} = \frac{11(P_K - P_A)V}{20RT}$$

$$10 \frac{P_A V}{RT_0} = 8 \frac{P_K V}{RT}$$

$$5 \frac{P_A V}{RT_0} + 5k P_A V = 22 \frac{(P_K - P_A)V}{RT}$$

$$T/T_0 = x; \quad T_0 = \frac{T}{x}$$

$$10 x P_A \frac{V}{RT} = 8 P_K \frac{V}{RT}$$

$$5 x P_A \frac{V}{RT} + 5 P_A k V = 22 (P_K - P_A) \frac{V}{RT}$$

$$kV = kRT \frac{V}{RT}$$

$$kRT = 0,5 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10 = 15$$

$$\begin{cases} 10 x P_A = 8 P_K \\ 5 x P_A + 5 (kRT) P_A = 22 P_K - 22 P_A \end{cases}$$

$$45 \cdot \frac{59 \cdot 45}{45 \cdot 11} = 311111$$

$$= 1,5$$



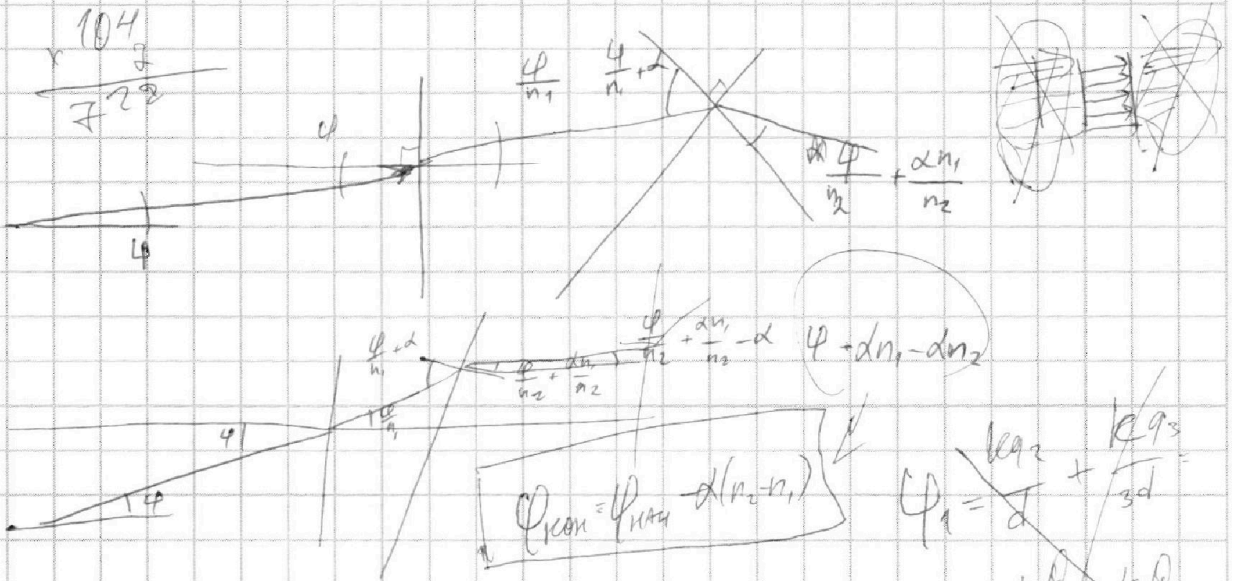
На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
 Отметьте крестиком номер задачи,  
 решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$373 - \frac{45}{59}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 59 \\ \hline 1885 \\ 16805 \\ \hline 21938 \end{array}$$

$$\varphi_1 = \frac{k\alpha z}{d} + \frac{k\alpha s}{3d} = \frac{k\alpha d}{d} - \frac{k\alpha}{d} = \frac{2}{3} \frac{k\alpha}{d}$$

$$\begin{array}{r} 16805 \overline{) 59} \\ 118 \phantom{00} \\ \hline 500 \\ 472 \\ \hline 288 \\ 236 \\ \hline 490 \\ 472 \\ \hline 18 \end{array}$$

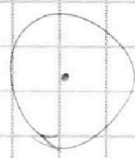
$$\begin{array}{r} 59 \\ \times 2 \\ \hline 472 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 59 \\ \times 4 \\ \hline 236 \end{array}$$

$\varphi_2 =$

$$\begin{aligned} q_1 &= 0 \\ q_2 &= \frac{2S\epsilon_0 U}{d} \\ q_3 & \\ q_4 &= -q_2 \end{aligned}$$

$$\varphi = k\alpha r \cdot \frac{q}{s}$$



$$\frac{q_1 + q_3}{2} \quad q_1 - \frac{q_1 + q_2}{2} \quad \frac{q_1 - q_3}{2} =$$

$$\varphi = k \cdot 2\pi \cdot R \cdot \frac{q}{s} = \frac{2k\pi q}{R}$$

$$\frac{q_2 - q_1}{2} = \frac{S\epsilon_0 U}{d}$$

$$= 3U \frac{S\epsilon_0}{3d} = \frac{S\epsilon_0 U}{d}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$