



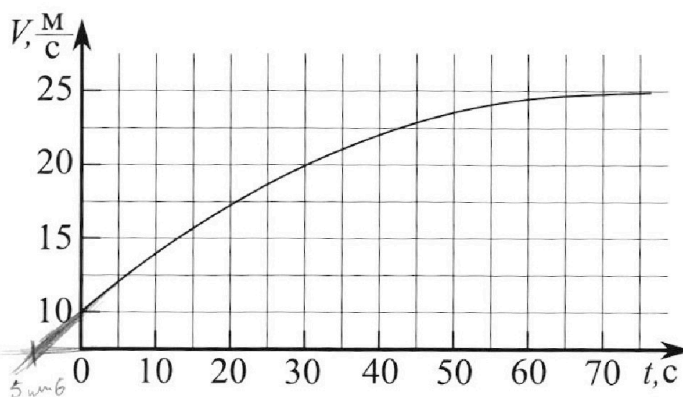
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

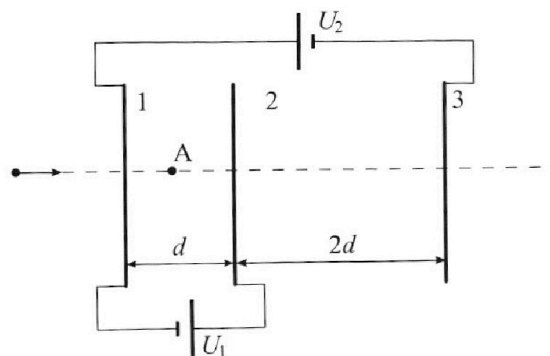
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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 A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

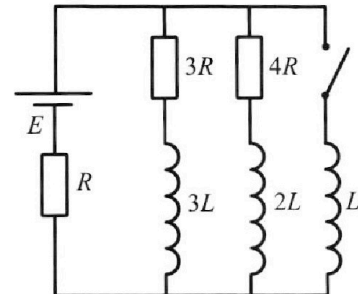
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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 $n_v = 1,0$. 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.

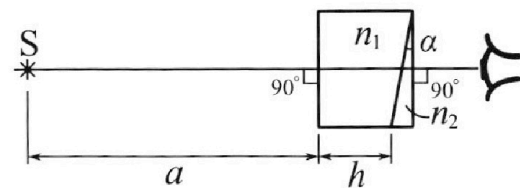


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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!

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 уменьшалась 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-й закон Ньютона для конца разгона: $m \cdot a = +F_k - \alpha \cdot v_k$,

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

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

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

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

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) $P_0 \approx 9300 \text{ Вт}$.

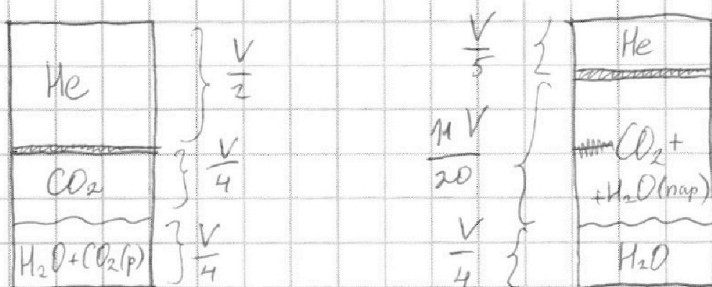
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 $\frac{T}{T_0} = x$, $p_{\text{кон}}$ — конечное давление в системе.

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

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

С другой стороны, оно равно сумме парциальных давлений углекислого газа и водяного пара. ~~Уравнение Менделеева - Клапейрона для уг~~ $p_{\text{кон}} = p_c + p_v$. 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: $\Delta \nu = K \cdot \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$. 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 $\frac{T}{T_0} = x = \frac{4}{5} \cdot \frac{p_{\text{кон}}}{p_k}$.

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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 $R_{\text{ксп}} = \frac{5}{4} \times R_{\text{пл}}; k_{RT} = 1,5$:

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

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

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

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

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

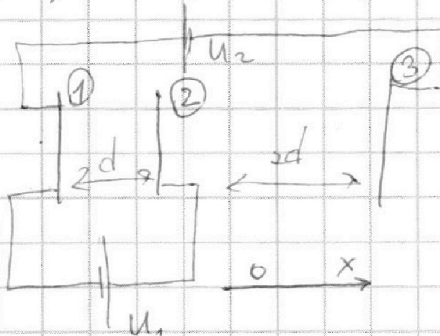
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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 ёмкость равна $\frac{S\epsilon_0}{3d}$, где ϵ_0 — универсальная электрическая постоянная.

Формула заряда конденсатора:



Пол, создаваемое напряжением U_1 между пластинами 1 и 2:

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

Пол, создаваемое напряжением U_2 между пластинами 2 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 :

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

1) 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: $ma = qE_{12}$; $a = \frac{qE_{12}}{m} = 0$.

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

X

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!



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 $E_{\text{внеш}} = 0$, ускорение ~~за~~ 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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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:

$$R_0 = \frac{3R \cdot 4R}{3R + 4R} + R = \frac{19}{7} R, \text{ откуда } I_0 = \frac{7}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$$

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

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

$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10}. \text{ При этом } I_0 = I_{10} + I_{20} = \frac{7}{4} I_{10}; \quad I_{10} = \frac{4}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}.$$

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

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

Запишем ~~состояние~~ 2 ~~закон~~ Кирхгофа для замкнутой цепи ^и:

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

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

3) Запишем 2 ~~закон~~ Кирхгофа для замкнутой цепи:

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

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

3) Запишем систему 2 ~~закон~~ 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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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 них умножим обе части на...~~

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

Возьмем 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 Δt :

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

Суммируя это уравнение для всех Δt , получаем:

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

~~Подставим I_{10}~~ После замыкания ключа в установившемся режиме катушки эквивалентны участкам провода, поэтому весь ток пойдет через L , а $I_{1\text{кон}} = I_{2\text{кон}} = 0$.

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

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

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

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

Ответ: 1) $\frac{4}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$ 2) $\frac{12}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{L}$ 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 начала запишем закон Снелла ~~закон~~ в более виде: $n_1 \sin(\varphi_1) = n_2 \sin(\varphi_2)$, для малых φ верно $\sin(\varphi) \approx \varphi$, $n_1 \varphi_1 = n_2 \varphi_2$.

При переходе границы $n_3 - n_1$:

$$\varphi_1 n_1 = \varphi_0 n_3; \quad \varphi_1 = \frac{n_3}{n_1} \varphi_0.$$

$(\varphi_2 + \alpha) n_2 = (\varphi_1 + \alpha) n_1$; (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 $n_2 - n_3$:

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

Мы получили интересную формулу:

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

Найдём H , обозначенно на рисунке:

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

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

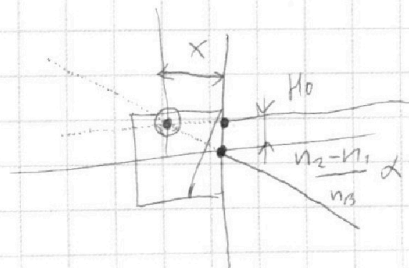
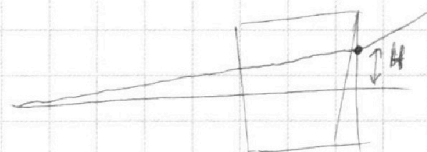
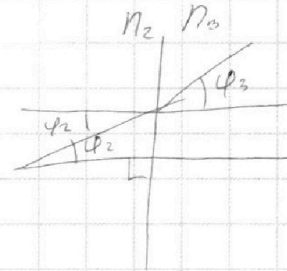
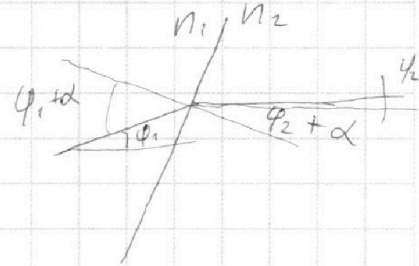
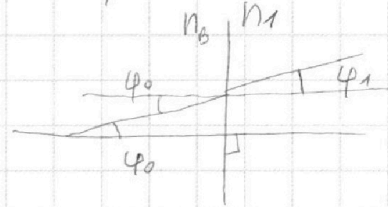
Найдём такое φ_0 , что $\varphi_3 = 0$: $\varphi_0 - \frac{n_2 - n_1}{n_3} \alpha = 0$; $\varphi_0 = \frac{n_2 - n_1}{n_3} \alpha.$

Для такого φ_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 $\sin(\varphi) \approx \tan(\varphi) \approx \varphi$, поэтому

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



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 источника ~~вдоль~~ в направлении перпендикулярной наружной поверхностям призмы.

В направлении, параллельном наружной поверхностям призмы, расстояние равно $0 - H_0 = -H_0$.

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

2) $L = \sqrt{(3a+3h)^2 + (0,7a+0,7h)^2}$

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

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

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

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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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

Случайно пропустил...

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!



$$\Delta \vec{F}_k \leftarrow \vec{F}_k$$

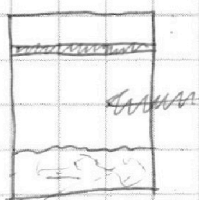
$$\alpha = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ мкс}} = 24 \frac{\text{Н}}{\text{мкс}} = 24 \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\text{с}} = 24 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$\Delta \vec{F}_H \leftarrow \vec{F}_0$$

$$a_{\text{нач}} \approx \frac{10 - 25}{6 \cdot 10^{-5}} = 0,8333 \text{ с}^{-1} \text{ (прежнее } 0,99 \text{ с}^{-1} \text{)}$$

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

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



$$\text{здесь } 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} \text{ CO}_2$$

$$\nu_{\text{He}} = \frac{\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2}}{RT_0} = \frac{P_{\text{атм}} \frac{V}{5}}{RT}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$kRT = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 5 \cdot 10^{-3}$$

$$10 \times P_A = 8 P_K$$

$$5 \times P_A + 5(kRT) P_A = 22 P_K - 22 P_A$$

$$45 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-3}}{45} = 1,5$$

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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving electrostatics and optics.

Top Left: A small diagram showing a horizontal line with points and angles. Labels include 104 , 722 , and 4 .

Top Right: A diagram of a lens or optical system with rays. Labels include $\frac{\varphi}{n_1}$, $\frac{\varphi}{n_2}$, and $\frac{\varphi}{n_2} + \frac{\alpha n_1}{n_2}$.

Middle Left: A diagram showing a lens with rays. Labels include $\frac{\varphi}{n_1}$, $\frac{\varphi}{n_2}$, and $\varphi + \alpha n_1 - \alpha n_2$.

Middle Right: A diagram showing a lens with rays. Labels include $\varphi_{kon} = \varphi_{max} \cdot \alpha(n_2 - n_1)$ and $\varphi_1 = \frac{kq_2}{d} + \frac{kq_3}{3d}$.

Bottom Left: A diagram showing a lens with rays. Labels include $373 - \frac{45}{59}$ and $16805 \cdot 59$.

Bottom Center: A diagram showing a lens with rays. Labels include 373 , 45 , 1885 , 11492 , 16805 , 59 , 472 , 236 , q_1 , q_2 , q_3 , $q_1 = 0$, $q_2 = \frac{2SE_0}{d}$, $q_3 = -q_2$, $q_1 + q_2 = \frac{SE_0}{d}$, $q_1 + q_2 + q_3 = 0$.

Bottom Right: A diagram showing a lens with rays. Labels include $q_1 = k \cdot 2\pi \cdot R \cdot \frac{q}{S} = \frac{2kq}{R}$ and $q_1 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{q - q_3}{2} = \frac{SE_0}{d}$.