



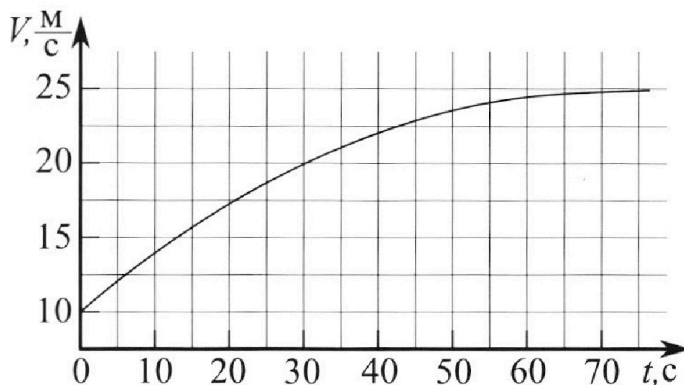
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

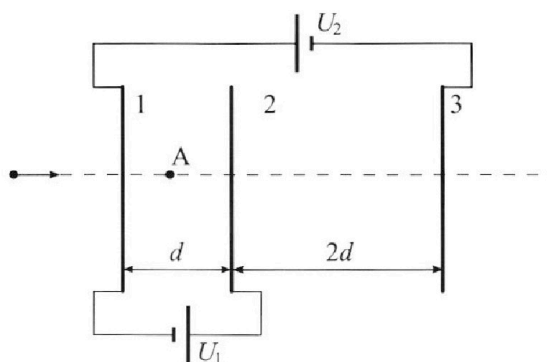
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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

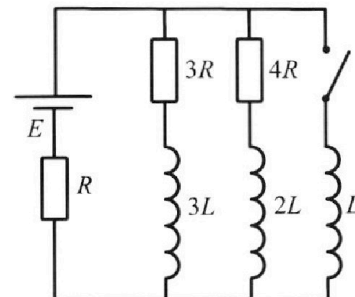
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Каков 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 $n_v = 1,0$. 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.

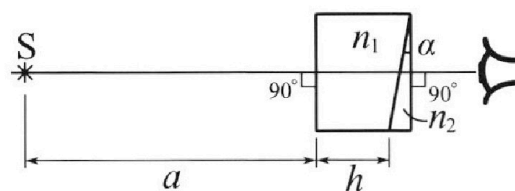


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

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!



№1.

Ускорение в начальный момент равно угловому к-ту $\dot{\omega}_0$ и к графику $v(t)$ в точке $t=0$.

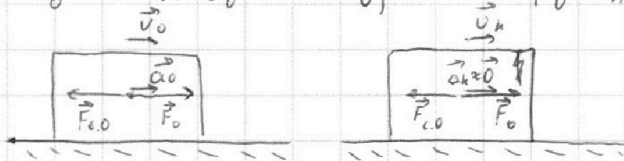
$$k \approx \frac{12,5\% - 10\%}{5\text{с} - 0\text{с}} = 0,5\%/\text{с} = a_0, a_0 - \text{ук. в нач. момент вр.}$$

В конце разгона график почти горизонтален, его асимптота - $v_k = 25\%/\text{с}$. Сила сопр-я воздуха $F_k = L v$. Тогда

$$F_k - L v_k \approx 0 \text{ (п.з. Н)} \quad L = \frac{F_k}{v_k} = \frac{600\text{Н}}{25\%/\text{с}} = 24\%/\text{с}$$

Запишем п.з. Н в нач. момент времени:

$$F_0 - L v_0 = m a_0, v_0 = 10\%/\text{с} = v(0) \quad F_0 = m a_0 + L v_0 = 1500\text{кг} \cdot 0,5\%/\text{с}^2 + 24\%/\text{с} \cdot 10\%/\text{с} = 990\text{Н}$$



$$P = F v = \frac{A}{t}$$

$$P_0 = F_0 \cdot v_0 = 990\text{Н} \cdot 10\%/\text{с} = 9900\text{Вт} = 9,9\text{кВт}$$

Ответ: $a_0 = 0,5\%/\text{с}^2$

$$F_0 = 990\text{Н}$$

$$P_0 = 9,9\text{кВт}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

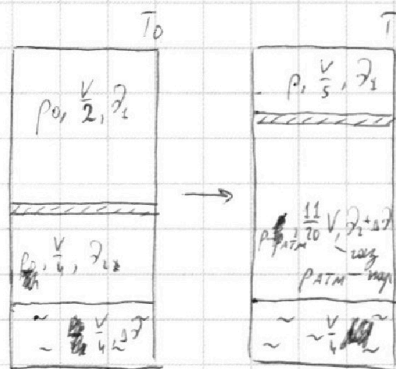
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№ 2.



В нач. момент в верхнем сосуде γ_1
в-ва в газобр. сост., в нижнем - γ_2 .

$$pV = \gamma RT \quad (\gamma - \text{М-К})$$

$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \gamma_1 R T_0 \\ p_0 \frac{V}{4} = \gamma_2 R T_0 \end{cases}$$

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{T_1}{T_0} = 2$$

$$p \frac{V}{5} = \gamma_1 R T \quad p \frac{V}{5} = \frac{T}{T_0} p_0 \frac{V}{2} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{атм}} V}{4}$$

$$\frac{pV}{5} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{атм}} V}{4} \quad p = \frac{5T}{4T_0} p_{\text{атм}}$$

$p \frac{11}{20} V = (\gamma_2 + \Delta \gamma) R T$ При $T = 373 \text{ К}$ давление насыщенного пара
равно $p_{\text{атм}}$

$$(p - p_{\text{атм}}) \frac{11}{20} V = (\gamma_2 + \Delta \gamma) R T$$

$$V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5}$$

$$\Delta \gamma = k p_0 \frac{V}{4} = k \frac{p_{\text{атм}} V}{8} \quad \gamma_2 R T = \frac{T}{T_0} \cdot p_0 \frac{V}{4} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{атм}} V}{8}$$

$$\left(\frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \frac{11}{20} V p_{\text{атм}} = \left(\frac{kRT}{8} + \frac{T}{8T_0} \right) p_{\text{атм}} V$$

$$\frac{11}{16} \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{T}{8T_0} = \frac{kRT}{8} + \frac{11}{10}$$

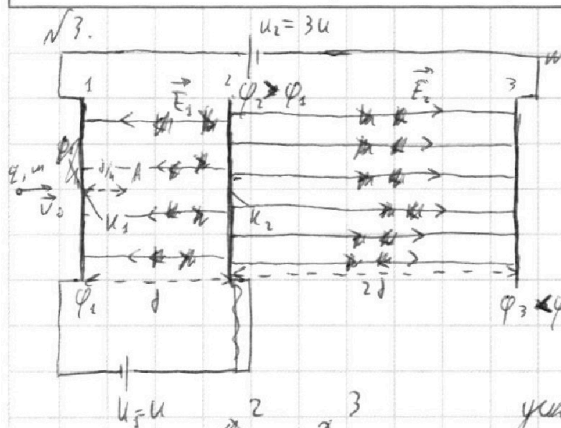
$$\frac{11}{4} \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{T}{2T_0} = \frac{kRT}{2} + \frac{11}{5}$$

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{kRT}{2} + \frac{11}{5} \quad \frac{T}{T_0} = \frac{\frac{kRT}{2} + 8,8}{9} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль} / \text{м}^3 \cdot 8,31 \text{ Дж} / \text{моль} \cdot \text{К} + 8,8}{9} = \frac{8,8}{9} = \frac{118}{125} = \frac{59}{62,5}$$

Ответ: $\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2$;
 $\frac{T}{T_0} = \frac{59}{62,5}$

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!



Обозначения - см. рис.

Из поверхностей источников $\vec{E}_1$ направлено влево, $\vec{E}_2$ - вправо.

Значит $q > 0$, значит, между сетками ϕ_1 и ϕ_2 ускоряется, а между ϕ_2 и ϕ_3 - замедляется.

III к. сетки мелкие и тонкие, их можно приблизительно рассматривать как одну бесконечную заряженную плоскость, т.е. $\vec{E}_1$ и $\vec{E}_2$ однородны.

$$\phi_1 - \phi_2 = E_1 d = U_1 \quad E_1 = \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d}$$

$$\phi_2 - \phi_3 = E_2 2d - E_1 d = U_2 = 3U \quad 2E_2 d - U = 3U \quad E_2 = \frac{2U}{d}$$

За a_1 - ускор. II-ой между сетками 1 и 2. Тогда:

$$ma_1 = q E_1 \quad a_1 = \frac{q E_1}{m} = \frac{q U}{m d}$$

Рез. Кинетическая энергия частицы тратится на работу по преодолению эл. поля и увеличивается за счёт работы того же поля, совершаемой над 2-ой. Таким образом,

$$K_1 - K_2 = q E_1 d = q U \quad q \cdot U_1 = q U$$

Снаружи системы поля нет, т.к. суммарный заряд системы равен 0 (З.Л.З.8, Th Гаусса).

Обозначим кинетич. энергию 1-ой в (1) за K_1 . Тогда:



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!

$$K_1 - K_A = qE_1 \cdot \frac{d}{4}$$

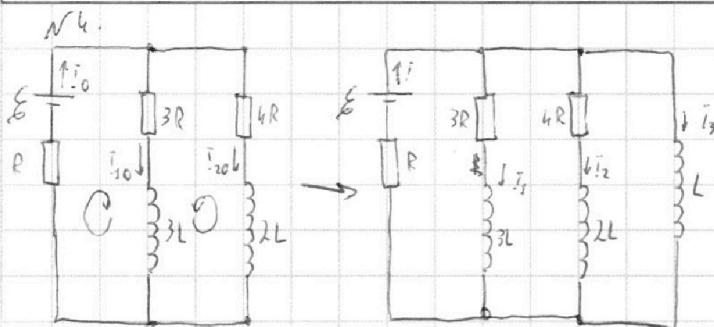
$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_A^2}{2} = qE_1 \cdot \frac{d}{4}, \quad v_A - \text{ск. г-ции в 1-й А}$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{qE_1 d}{2m} = v_0^2 - \frac{qU}{2m} \quad v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{qU}{md}; \quad K_1 - K_2 = qU; \quad v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

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 цепи нет колебательных контуров $\Rightarrow$ до замыкания ключа в уст. режиме ток постоянен, падение напря-я на катушке равно 0.

I_0 — ток $\frac{1}{2}$ источника и рез-р R до замыкания ключа, I_{20} — ток $\frac{1}{2}$ рез-р $4R$ тогда же.

$$\sum_{i=1}^m \pm \mathcal{E}_i = \sum_{i=1}^n \pm U_i \quad (\text{пр. К}); \quad \sum_{i=1}^n \pm I_i = 0 \quad (\text{пр. К})$$

$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_0 R + I_{10} 3R \\ 0 = I_{10} 3R - I_{20} 4R \\ I_0 = I_{10} + I_{20} \end{cases} \quad \begin{cases} \mathcal{E} = \left(\frac{7}{4} + 3\right) I_{10} R \\ I_{20} = \frac{3}{4} I_{10} \\ I_0 = \frac{7}{4} I_{10} \end{cases} \quad \begin{aligned} \frac{19}{4} I_{10} &= \frac{\mathcal{E}}{R} & I_{10} &= \frac{4\mathcal{E}}{19R} \\ I_{20} &= \frac{3}{4} I_{10} & I_{20} &= \frac{3\mathcal{E}}{19R} \end{aligned}$$

III.к. В каждой из веток есть катушка, в момент замыкания ключа $I_1 = I_{10}$; $I_2 = I_{20}$; $I_3 = 0$ (токи мгновенно не изменяются; смысл обозначений I_1, I_2, I_3, I — см. рисунок). По I пр. К $I = I_1 + I_2 + I_3 = I_{10} + I_{20} + 0 = I_0$

Запишем I пр. К для большого контура ($\mathcal{E} - R - L$):

$$\mathcal{E} = I R + I_3' L, \quad I_3' - \text{см. изменения тока в катушке } L$$

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!

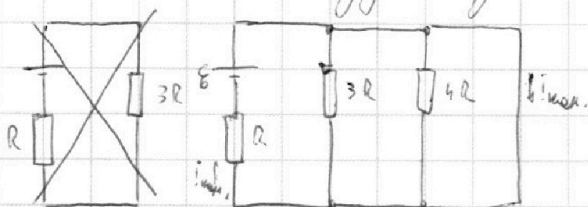
МФТИ



Момент замыкания ключа: $\mathcal{E} = \bar{I}_0 R + \bar{I}_3' L$

$$\bar{I}_3'(0) = \frac{\mathcal{E} - \bar{I}_0 R}{L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{7\mathcal{E}}{19} R}{L} = \frac{12\mathcal{E}}{19L}$$

III-к. В цепи всё ещё нет колеб- контуров, в уст. рет. падение напр-я на катушках станет равно 0. фактически, их можно будет заменить перемычками:



В намечный момент времени па-
дение напряжения равно 0 (па-
дение напр-я на катушке L), зна-
чит, ток $\frac{1}{2}$ рез-ры течь не будет.

Рассмотрим $I_{\text{пар.}} = \frac{\mathcal{E}}{R}$

Рассмотрим промежуточный момент времени между за-
мыканием ключа и установившимся режимом:

$$\mathcal{E} = \bar{I} R + \bar{I}_1 \cdot 3R + \bar{I}_3' \cdot 3L$$

$$\mathcal{E} - \bar{I} R = 0 = \bar{I}_1 \cdot 3R + \bar{I}_3' \cdot 3L - \bar{I}_2 \cdot 4R - \bar{I}_2' \cdot 2L$$

$$0 = \bar{I}_2 \cdot 4R + \bar{I}_2' \cdot 2L - \bar{I}_3' \cdot L$$

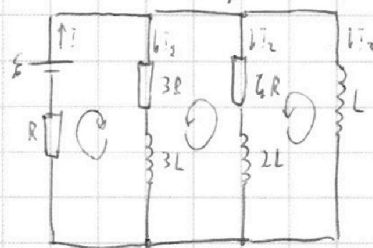
$$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{I}_1 L}{4R} - \frac{\bar{I}_3' L}{2R}$$

$$\bar{I}_1 = \frac{2\bar{I}_2 L}{3R} + \frac{4}{3}\bar{I}_2 - \frac{\bar{I}_3' L}{R} = \frac{2\bar{I}_2 L}{3R} + \frac{\bar{I}_3' L}{3R} - \frac{2\bar{I}_2 L}{3R} - \frac{\bar{I}_3' L}{R} = \frac{\bar{I}_3' L}{3R} - \frac{\bar{I}_3' L}{R}$$

$$\mathcal{E} = (\bar{I}_1 + \bar{I}_2) \bar{I} R + \bar{I}_3' L - 3\bar{I}_1' L + 3\bar{I}_3' L = \bar{I} R + \bar{I}_3' L$$

Ответ: $\bar{I}_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}; \bar{I}_3'(0) = \frac{12\mathcal{E}}{19L}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

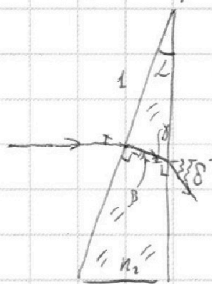
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№5. Будем всегда рассматривать только 2 луча, идущих от источника: падающий нормально левой грани 4-х. призмы и выходящий нормально левой грани 5-х. призмы. При $n_1 = n_2 = 1$ 4-х. призму с показателем преломления можно заменить на воздух. При этом ход лучей не изменится.



III. углы малы, $\sin L \approx L$; $\sin \beta \approx \beta$; $\sin \gamma \approx \gamma$; $\sin \delta \approx \delta$
(обозначения - см. рисунок)

$$\text{з.м.: } \begin{cases} \sin L = n_2 \sin \beta \\ \sin \gamma = \sin \delta \end{cases} \quad \begin{cases} L = n_2 \beta \\ n_2 \gamma = \delta \end{cases} \quad \begin{cases} \beta = n_2^{-1} L \\ \delta = n_2 \gamma \end{cases}$$

Из суммы углов в Δ -ках: $180^\circ = (90^\circ + \gamma) + \beta + (180^\circ - 90^\circ - L)$
 $\angle AOC \quad \angle AOC$
 $\angle ABC \quad \angle BAC \quad \angle ACB$

$$180^\circ + \gamma + \beta - L = 180^\circ$$

$$\gamma = L - \beta = L - \frac{L}{n_2} = L \frac{n_2 - 1}{n_2} \quad \delta = (n_2 - 1)L = (1.7 - 1) \cdot 0.1 \text{ рад} = 0.07 \text{ рад.}$$

3-й луч выходит из призмы под углом 0° . Тогда он должен входить в нее под углом θ .

$$\theta = n_2 \cdot 0^\circ = L \quad \text{из } \theta: \sin \theta = n_2 \sin (L - 0^\circ)$$

$$\theta \approx n_2 L \quad \varphi = \theta - L = (n_2 - 1)L = \delta = 0.07 \text{ рад.}$$

$$\Delta y \approx (a+h) \tan \varphi \approx (a+h) \varphi = (90 \text{ см} + 10 \text{ см}) \cdot 0.07 \text{ рад.} =$$

$$= 100 \text{ см} \cdot 0.07 = 7.28 \text{ см}$$

$$\Delta x \approx a+h - \Delta y \cdot \tan \delta \approx a+h - \Delta y \cdot \delta = 100 \text{ см} + 10 \text{ см} (1 - \delta^2) \approx$$

$$\approx a+h = \Delta x = a+h - \frac{\Delta y}{\tan \delta} = a+h - \frac{(a+h) \tan \varphi}{\tan \varphi \cdot \delta} = (a+h) - (a+h) = 0 \text{ см}$$

3-й расст. между источником и его изображением при $n_1 = 1$, $n_2 = 1.7$:

$$\Delta_1 = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2} = \Delta y = 7.28 \text{ см.}$$

(1-е решение)

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

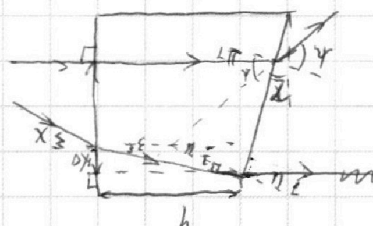
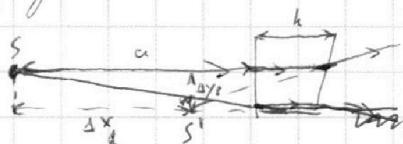
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



Мысленно сдвинем четырёхгранную призму ближе к S на Δx . Положение изображения чётка почти не изменится, однако теперь очевидно, что это изображение изображения источника, полученное с помощью 4-гранной призмы, полученное с помощью 3-гранной призмы. ~~Т.е. нам нужно найти смещение~~
Найдём смещение изображения, полученного с помощью 4-гр. призмы, относительно источника:



~~ψ~~ Угол малые $\Rightarrow \sin \psi \approx \psi; \sin \tau \approx \tau; \sin \epsilon \approx \epsilon; \sin \chi \approx \chi$

$$\sin \psi = n_2 \sin L(z, a) \quad \psi \approx n_2 L$$

Аналогично $\tau = \frac{L}{n_1}$ Сумма углов в Δ -ке: $\epsilon + \tau + (180^\circ - L) = 180^\circ$

$$\epsilon = L - \tau = L \frac{n_2 - 1}{n_1}$$

$$\sin \chi = n_1 \sin \epsilon \quad \chi \approx n_1 \epsilon = L(n_2 - 1)$$

$$\Delta x_1 = a \tan \chi + h \tan \epsilon \approx a \chi + h \epsilon = L(n_2 - 1) \left(a + \frac{h}{n_1} \right) \quad \Delta x_2 = (a + h) - \frac{a n_1 \Delta y}{\tan(\gamma - L)} \approx (a + h) \left(1 - \frac{1}{\gamma - L} \right)$$

$$\approx (a + h) - \frac{(a + \frac{h}{n_1}) L (n_2 - 1)}{\frac{1}{\gamma - L} L (n_2 - 1)} = h - \frac{h}{n_1} = h \frac{n_2 - 1}{n_1} = 16 \text{ см} \cdot \frac{1.4 - 1}{1.4} = 4 \text{ см}$$

$$\Delta x_1 = 0.1(1.4 - 1)(90 \text{ см} + \frac{16 \text{ см}}{1.4}) = 4 \text{ см}$$

Значит, итоговое изображение, создаваемое системой призм — всё
(т.е. решение)



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

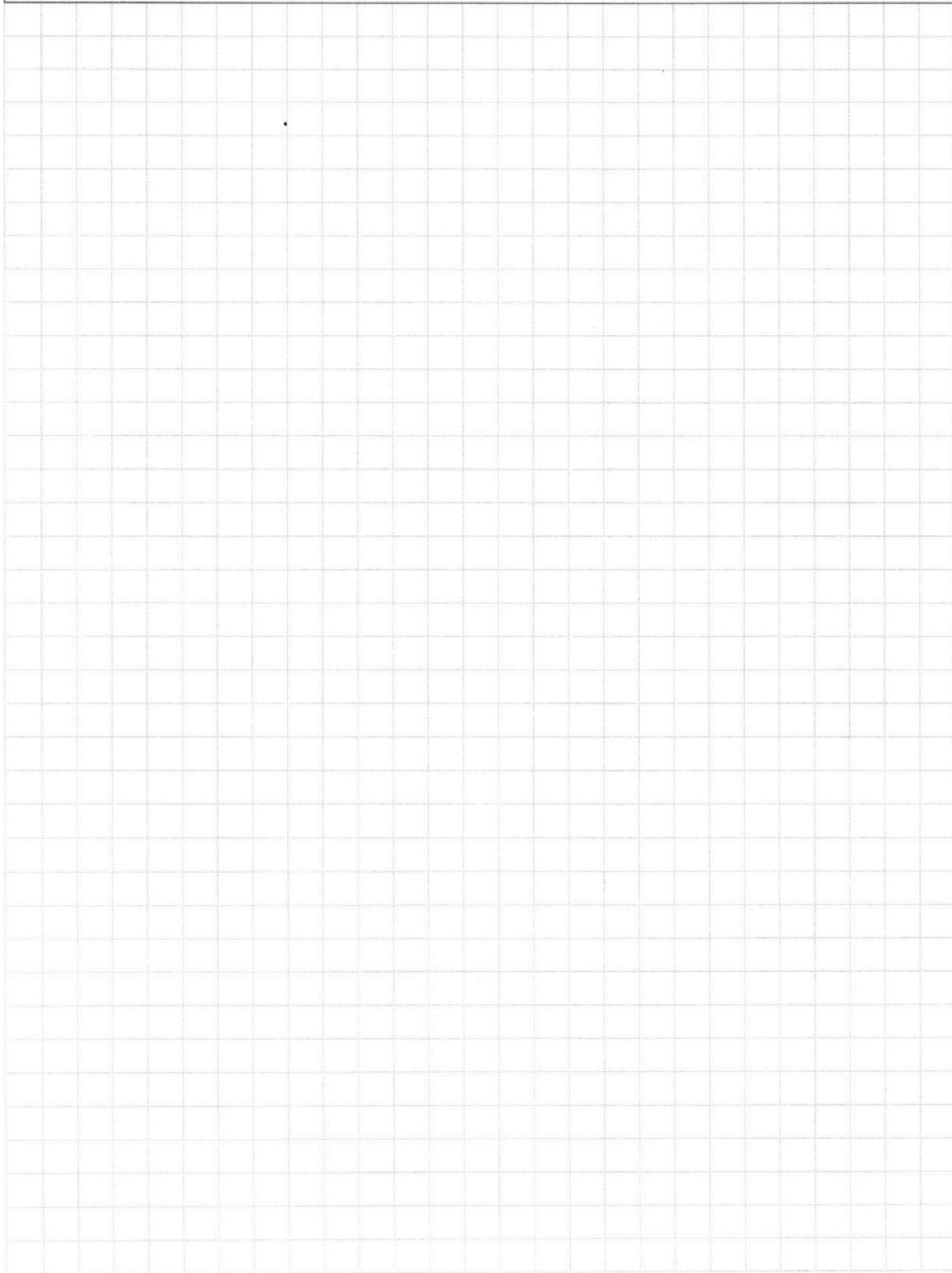
5
☐

6
☐

7
☐



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



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!

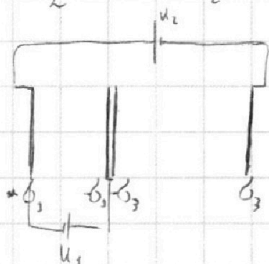


$$\frac{1}{3} L$$

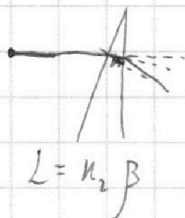
$$W_0 = \frac{3L \cdot i_{10}^2}{2} + \frac{2L \cdot i_{20}^2}{2} \quad W_{\text{ном.}} = \frac{L \cdot i_{\text{ном.}}^2}{2}$$

$$\Delta W = \left| \frac{3L \cdot 166^2}{19^2 \cdot 2R^2} + \frac{2L \cdot 98^2}{19^2 \cdot 2R^2} - \frac{L \cdot 8^2}{2R^2} \right| = \frac{L \cdot 8^2}{2R^2} \left| \frac{48}{189} + \frac{18}{289} - 1 \right| = \frac{223L \cdot 8^2}{578R^2}$$

$$W = \frac{3L \cdot i_1^2}{2} + \frac{2L \cdot i_2^2}{2} + \frac{L \cdot i_3^2}{2}$$



$$\frac{C_1}{\epsilon_0} U = U_1 \quad \frac{C_2}{\epsilon_0} U = U_1$$



$$\begin{cases} \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = 0 \\ \frac{\phi_2 - \phi_1}{\epsilon_0} U = U_1 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \phi_1 - \frac{U \epsilon_0}{2d} &= 0 \\ \phi_1 &= \frac{U \epsilon_0}{2d} \\ \phi_2 &= \frac{U \epsilon_0}{2d} \\ \phi_3 &= -\frac{U \epsilon_0}{2d} \end{aligned}$$

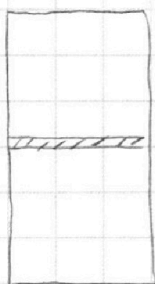
$$\begin{aligned} \phi_2 &= \frac{U \epsilon_0}{2d} + \phi_1 \\ \phi_3 &= \frac{U \epsilon_0}{2d} + \phi_1 \end{aligned}$$

$$\phi_1 = -\frac{5U \epsilon_0}{6d}$$

$$\gamma = 180^\circ - L - (90^\circ - \beta) = 90^\circ - L + \beta$$

$$\delta = n_2 \gamma = n_2 \left(\frac{\pi}{2} - L + \beta \right)$$

$$\delta = n_2 \gamma = (n_2 - 1) L$$



$$\rho_0 \frac{V}{2} = \gamma_1 R T_0$$

$$\Delta \gamma = k \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{V}$$

$$\rho_0 \frac{V}{2} = \gamma_1 R T_0$$

$$\rho_0 \frac{V}{2} = \gamma_2 R T_0$$

$$\Delta \gamma = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$

$$p_0 = \frac{\gamma_2 R T_0}{\frac{V}{2}} + \frac{\Delta \gamma R T_0}{\frac{V}{2}}$$

$$\rho_0 \frac{V}{4} = (\gamma_2 + \Delta \gamma) R T_0$$

$$\gamma_2 + \Delta \gamma = \frac{\rho_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_2 + \Delta \gamma} = \frac{\rho_0 V}{4 R T_0} = \frac{1}{2}$$

$$\rho_0 \frac{V}{4} = \gamma_1 R T_0$$

$$\Delta \gamma = k \rho_0 \frac{V}{4} = k \gamma_1 R T_0$$

$$\rho_0 \frac{V}{4} = \gamma_1 R T_0$$

$$\rho_0 \frac{V}{4} = \gamma_2 R T_0$$

$$\Delta \gamma R T_0 = \gamma_1 R T_0 \quad \Delta \gamma = k \rho_0 \frac{V}{4}$$

$$\Delta \gamma R T_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{4} V$$

$$\frac{p_{\text{атм}} V}{4} = \gamma_1 R T_0$$

$$p_{\text{атм}} \frac{V}{5} = \gamma_2 R T_0$$

$$(p_{\text{атм}} - p_{\text{атм}}) \frac{11V}{20} = (\gamma_2 + \Delta \gamma) R T_0$$

$$\frac{1}{T_0} = \frac{16}{18} \cdot (1,1 + 1,5) = \frac{8}{9} \cdot 2,6 = \frac{11}{10}$$

$$\left(\frac{5T}{4T_0} - 1 \right) p_{\text{атм}} \frac{11}{20} =$$

$$= \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{атм}}}{8} + k \frac{p_{\text{атм}}}{2} R T$$

$$\left(\frac{11}{16} - \frac{1}{2} \right) \frac{T}{T_0} p_{\text{атм}} = \frac{11}{16} R T \left(\frac{11}{20} + \frac{k R T}{2} \right) p_{\text{атм}}$$

$$p_{\text{атм}} \frac{V}{5} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2}$$

$$p_{\text{атм}} = \frac{5T}{4T_0} p_{\text{атм}}$$

$$\gamma_2 = \frac{\gamma_1}{2}$$

$$\gamma_2 R T_0 = \frac{p_{\text{атм}} V}{8}$$

$$\left(\frac{5T}{4T_0} - 1 \right) p_{\text{атм}} \frac{11}{20} =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

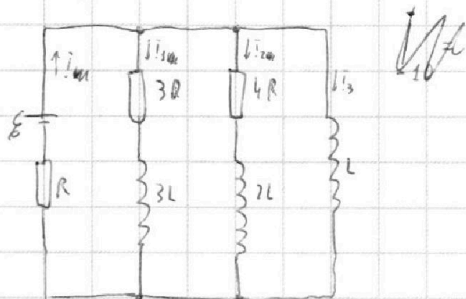
МФТИ

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



$$\frac{10}{4} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{4RT}{4} + 2,2$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{1,5 + 8,8}{10} = \frac{10,3}{10} = 1,03$$



$$I_1 \cdot 3R + 3I_2 L + I_3 R = E$$

$$I_1 \cdot 3R + I_2 \cdot 3L + I_3 \cdot 2L = E$$

$$I_1 \cdot 3L = I_2 \cdot 2L$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{3} \quad I_2 = 1,5 I_1$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2 R}{I_1 R} = 2$$

$$\psi = n_s L$$

$$\tau = \frac{L}{n_s} \quad \tau + \varepsilon + (180^\circ - \tau) = 180^\circ \quad \varepsilon = L - \tau = \frac{n_s - 1}{n_s} L$$

$$X = n_s \varepsilon = \frac{n_s - 1}{n_s} L$$

$$\Delta y = aX + h\varepsilon = a(n_s - 1)L \left(a + \frac{h}{n_s} \right)$$

$$\Delta y = (a + h)(\psi - L) = (a + h)(n_s - 1)L = aX + h\varepsilon = (n_s - 1)L \left(a + \frac{h}{n_s} \right) = 0,0014 \text{ м}$$

$$\Delta x = \frac{\Delta y}{\psi - L} = \frac{a + h}{n_s} \left(a + \frac{h}{n_s} \right) = h \frac{n_s - 1}{n_s} = 6 \text{ мкм}$$

$$\Delta y = (a + h - \Delta x) \psi = 7 \text{ мкм}$$

