

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-02

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

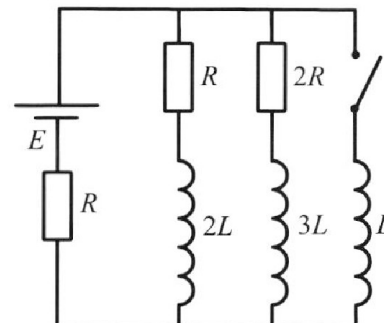
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.

2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.

3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

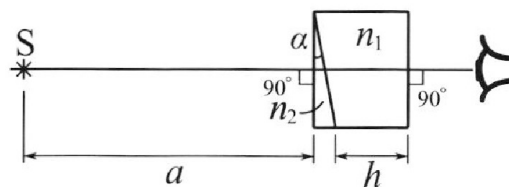


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.

3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



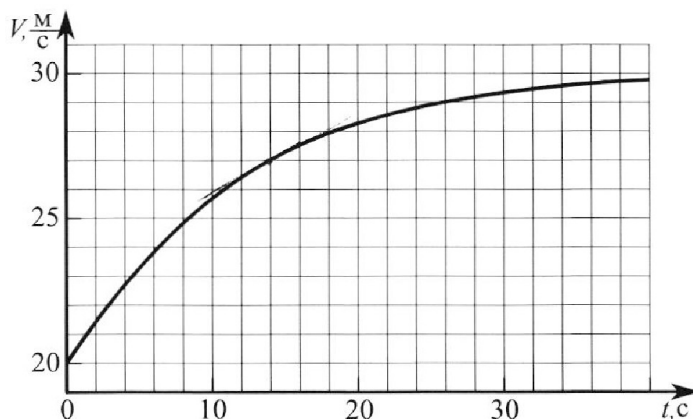
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-02

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 405$ Н.



Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

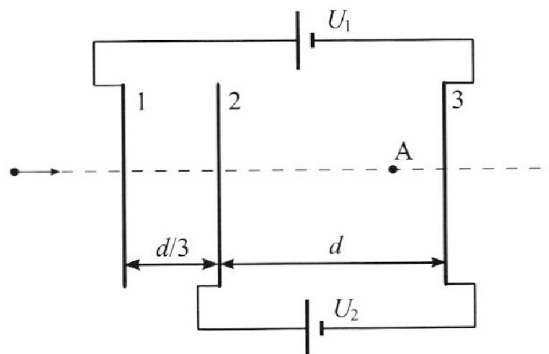
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделен тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объем $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворенного газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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 объема жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

3) Определите конечное давление в сосуде P . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. 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 2 и 3.

2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $2d/3$ от сетки 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!

N1

101

Дано:

$$m = 300 \text{ кг}$$

$$F_k = 405 \text{ Н}$$

1) $a = \frac{dV}{dt}$; по графику видно, что в точке $V = 27 \text{ м/с}$, касательная имеет ~~угловый~~ тангенс "угла" наклона равный: $\frac{dV}{dt} = \frac{28-26}{8} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м/с}^2$. Соответственно

ускорение $a = 0,25 \text{ м/с}^2$

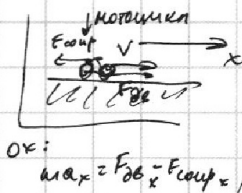
1) a при $V = 27 \text{ м/с}$

2) F , при V ,

3) $\frac{P}{P_0} = ?$; P - мощность двигателя

2) II закон Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{дв}} - \vec{F}_{\text{сопр}}$$



$\vec{F}_{\text{дв}}$ - сила, развиваемая двигателем, благодаря которой едет моторчик.

$\vec{F}_{\text{сопр}}$ - сила сопротивления.

В конце разгона $a = 0 \Rightarrow m\vec{a} = 0 \Rightarrow F_{\text{дв}} = F_{\text{сопр}}$.

Следовательно $F'_{\text{дв}} = F_{\text{сопр}} = 405 \text{ Н}$. $F_{\text{дв}}$ - конечная сила двигателя

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F dk}{dt} =$$

мощность

$$= F \cdot V = \text{const}$$

$$P \sim \frac{1}{V}$$

из графика, конечная скорость $V_k = 30 \text{ м/с}$

$$P = \text{const} = F \cdot V = F'_{\text{дв}} \cdot V_k = 405 \cdot 30 = 12150 \text{ Вт} = F_{\text{дв}} \cdot V; F_{\text{дв}} = \frac{12150}{27} = 450 \text{ Н}$$

мощность двигателя

$$m a_1 = F_{\text{дв}1} - F_1; F_1 = F_{\text{дв}1} - m a_1 \quad (2)$$

сила, благодаря которой едет моторчик в момент, когда скорость равна V .

$$(2) 450 - 300 \cdot 0,25 = 450 - 75 =$$

$$= 375 \text{ Н}$$

3)

$$P_{\text{сопр}} = F \cdot V = F_1 \cdot V_1 = 375 \cdot 27 \text{ Вт}$$

мощность, которая идет на преодоление силы сопротивления

сила, которая равна $F_{\text{сопр}}$, но направлена по направлению (для преодоления)

$$\frac{P}{P_0} = \frac{375 \cdot 27}{12150} = \frac{15}{18} = \frac{5}{6}$$

мощность двигателя

Ответ: $0,25 \text{ м/с}^2$; 375 Н ; $\frac{5}{6}$

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!

N2

Дано:

$$\frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$$

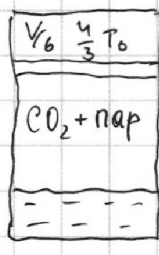
$$k = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Па}}$$

$$R \cdot \frac{4}{3} T_0 = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$1) \frac{\partial N_2}{\partial \text{CO}_2}$$

$$2) p = ?$$

2) После:



т.к. поршень ~~не~~ **нависший** давление в обеих частях одинаковое.

$$p' \frac{V}{6} = \partial N_2 R \frac{4}{3} T_0$$

давление после нагрева

$$\partial N_2 = \frac{p' V \cdot 8}{8 \cdot 4 R T_0}$$

$$p' \text{CO}_2 \left(\frac{5}{6} V - \frac{V}{4} \right) = \partial \text{CO}_2 R \frac{4}{3} T_0$$

$$p' \text{CO}_2 \frac{7}{12} V = (\partial \text{CO}_2 + \Delta \partial) R \frac{4}{3} T_0$$

$$p' \text{CO}_2 \frac{7}{12} V = \left(\frac{p' V}{16 R T_0} + \frac{k V p'}{16} \right) R \frac{4}{3} T_0$$

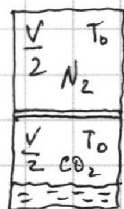
$$p' \text{CO}_2 \frac{7}{12} V = \left(\frac{p' V}{16 R T_0} + \frac{k p' V}{16} \right) 4 R T_0$$

$$p' \text{CO}_2 \frac{7}{12} V = \left(\frac{p' V}{R T_0} + k p' V \right) R T_0$$

$$p' = p_0 + p' \text{CO}_2 ; p' \text{CO}_2 = p' - p_0 ;$$

$$\left(\frac{6}{7} - \frac{k R T_0}{7} \right) / \frac{p'}{4} = p_0 ; p' = \frac{p_0}{\frac{6}{7} - \frac{k R T_0}{7}} \quad *$$

До нагрева:



т.к. при T_0 $p_{\text{пар}} \approx 0$, то:

$$p_{N_2} = p_{\text{CO}_2} = p$$

$$p \frac{V}{2} = \partial N_2 R T_0$$

кол-во веш-ва N_2

$$p \frac{V}{4} = \partial \text{CO}_2 R T_0$$

кол-во веш-ва CO_2

$$2 = \frac{\partial N_2}{\partial \text{CO}_2}$$

$$* \frac{7 p_0}{6 - \frac{3}{7} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 10^3} = \frac{140}{95} p_0$$

Ответ:
2; $\frac{140}{95} p_0$

т.к. $\frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$, то

давление $p_{\text{пар}} \approx 10^5 \text{ Па}$,

т.к. он нависший (потому что в соседне кн-е вода)

$$p' = p_0 + p' \text{CO}_2$$

атмосферное давление $\approx 10^5 \text{ Па}$

$$p' - p_0 = \frac{p' V}{7} + \frac{k p' V}{7} R T_0 = 7 \cdot \dots$$

$$p' = \frac{p'}{7} + k R T_0 \frac{p'}{7} + p_0$$

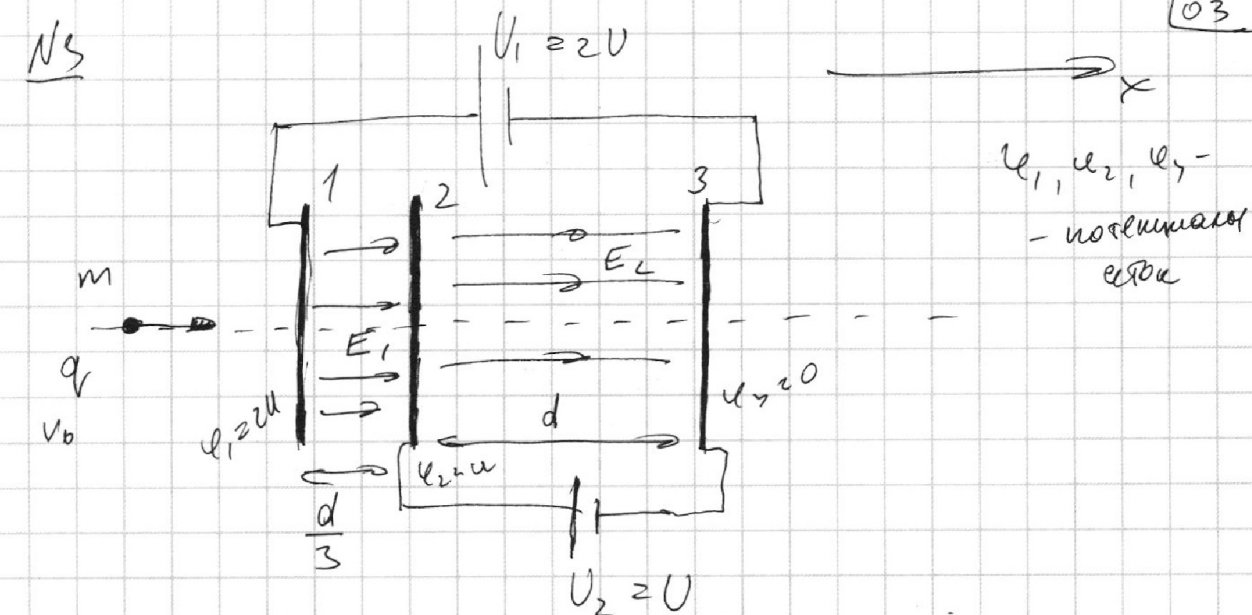
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{cases} E_1 \cdot \frac{d}{3} = U_1 - U_2 \\ E_2 \cdot d = U_2 - 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 = \frac{3U}{d} \\ E_2 = \frac{U}{d} \end{cases}$$

1) В области между сетками 2-3:
2-й закон Ньютона:

$$ma_x = E_2 q$$

$$a_x = \frac{E_2 q}{m} = \frac{Uq}{dm}$$

2) ЗСЭ:

$$K_3 - K_2 = \frac{mv_0^2}{2} + \Delta\phi_{12}q + \Delta\phi_{23}q = \frac{mv_0^2}{2} -$$

разность потенциалов $(\phi_1 - \phi_2)$
 $-(\phi_2 - \phi_3)$

кин. энергии K_3

$$-\Delta\phi_{12}q = \Delta\phi_{23}q = q \cdot U$$

потен. 3-й ~~и~~ сетки

3) ~~так как~~ Т.к. ~~размер~~ $d \ll$ размеров, то поле однородно.
следовательно потенциал изменяется равномерно.

$$\Delta\phi_{12} = \Delta\phi_{23} = E_2 \cdot \frac{2d}{3} \quad \phi_2 - \phi_1 = E_2 \cdot \frac{2d}{3} \quad \phi_1 = \phi_2 - \frac{U \cdot 2d}{d \cdot \frac{2}{3}} = \phi_2 - \frac{2}{3}U$$

потенциал 2-й сетки

$$\textcircled{2} \quad U - \frac{2}{3}U = \frac{1}{3}U$$

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!

N3 (часть 2)

04

ЗСЭ:

скорость ~~м~~
в точке A

$$\frac{m V_A^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + q \cdot \Delta \varphi_{12} + q \cdot (\varphi_2 - \varphi_A)$$

разность
потенциалов
между 1 и 2
сетками

$$\frac{m V_A^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + q \cdot U + q \cdot \frac{2}{3} U$$

$$\frac{m V_A^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + \frac{5}{3} q U$$

$$m V_A^2 = m V_0^2 + \frac{10}{3} q U$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{10}{3} \frac{q}{m} U}$$

Ответ: 1) $a = \frac{qU}{md}$; 2) $K_3 - K_2 = q \cdot U$; 3) $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{10}{3} \frac{q}{m} U}$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

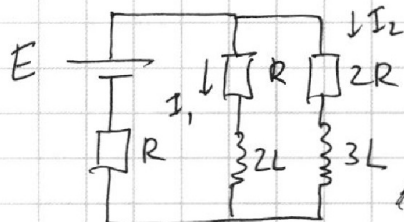
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



14 (часть 1)

До замык.: 1)

I_2 - ток через резистор $2R$ до замык.
ключа в уст. режиме; I_1 - ток через R



Т.к. решим установившееся (т.е. токи по индукторам ~~то напряжение на катушках не по~~
катушки можно считать проводом).

$$E = I_1 R + (I_1 + I_2) R$$

$$E = I_2 \cdot 2R + (I_1 + I_2) R$$

$$I_1 R = I_2 \cdot 2R$$

- 3-ий Кирхгофа

$$E = 2I_2 R + 3I_2 R$$

$$I_2 = \frac{E}{5R}; I_1 = \frac{2E}{5R}$$

2) Т.к. ток через катушки быстро меняться не умеет, то

сразу же после замыкания, ток I через катушку L равен нулю. (А также токи I_1 и I_2 не успели измениться)

После замык.:

3-ий Кирхгофа на контур с L :



$$E = LI + (I_1 + I_2) R$$

$$LI = E - (I_1 + I_2) R$$

$$I = \frac{E - (I_1 + I_2) R}{L} = \frac{E - \frac{3}{5} \frac{E}{R} \cdot R}{L} \quad (2)$$

$$(2) \quad I = \frac{2E}{5L}$$

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!



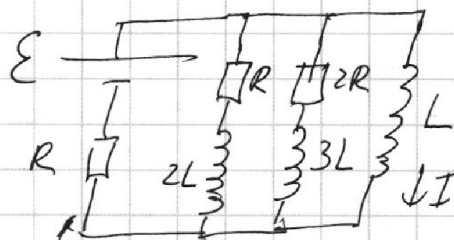
14. (макс 2)

06

3) Запишем 3-й Кирхгофа на контур с L .

$$\mathcal{E} = L \dot{I} + \sum I \cdot R$$

ток через L сумма всех токов



Важно сразу после замыкания: $\mathcal{E} I$

$$\mathcal{E} I = I_1 + I_2 = \frac{\mathcal{E}}{5R} + \frac{2\mathcal{E}}{5R} - \frac{3\mathcal{E}}{5R}; \quad \frac{3\mathcal{E}}{5R} \cdot R < \mathcal{E}$$

Ток через катушку L будет расти во тех пор, пока

ток $L \dot{I} > 0$

суммарный ток через батарею не станет таким, чтобы на резисторе R около батареи не падало $\mathcal{E}$: $\mathcal{E} = \mathcal{E} I R + L \dot{I}$; $L \dot{I} = \mathcal{E} - \mathcal{E} I R$.

Но если ~~сумма~~ на резисторе возле батареи падает $\mathcal{E}$, то в остальных контурах, чтобы выполнялся Кирхгоф, $L \dot{I} < 0$:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_1 R + 2L \dot{I}_1 + \mathcal{E} I R \\ \mathcal{E} = 2I_2 R + 3L \dot{I}_2 + \mathcal{E} I R \end{cases}$$

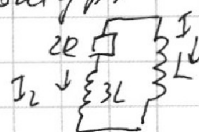
- если ~~то~~ $\mathcal{E}$, то вот это должно быть < 0 .
Если $L \dot{I} < 0$, то ток уменьш.

В конце, ~~через них~~ I_1 и I_2 равны 0 и ток течёт только через L .

$$\mathcal{E} = I R + L \dot{I}; \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Запишем Кирхгофа на контур:

$$2I_2 R + 3L \dot{I}_2 = \dot{I} L$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

~~№12~~ №11 (часть 3)

07

ак, заряд прошедший через 2R.

$$\int_{q_0}^{q_2} \frac{dq_2}{dt} R + 3L \int_{I_0}^{I_2} \frac{dI_2}{dt} = \int_{I_0}^{I_2} \frac{dI}{dt} L$$

$$2q_2 R + 3L \Delta I_2 = L \Delta I$$

$$2q_2 R + 3L \left(\frac{q_2}{5R} \right) = L \left(\frac{E}{R} \right)$$

включе сразу
включе сразу

$$2q_2 R - 3L \frac{E}{5R} = L \frac{E}{R}$$

$$2q_2 R = L \frac{E}{R} + \frac{3}{5} E \frac{L}{R}$$

$$2q_2 R = \frac{4}{5} E \frac{L}{R}$$

$$q_2 = \sqrt{\frac{4}{5} \frac{LE}{R^2}}$$

Ответ: $I_2 = \frac{E}{5R}$; $\dot{I} = \frac{2E}{5L}$; $q = \frac{4}{5} \frac{LE}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

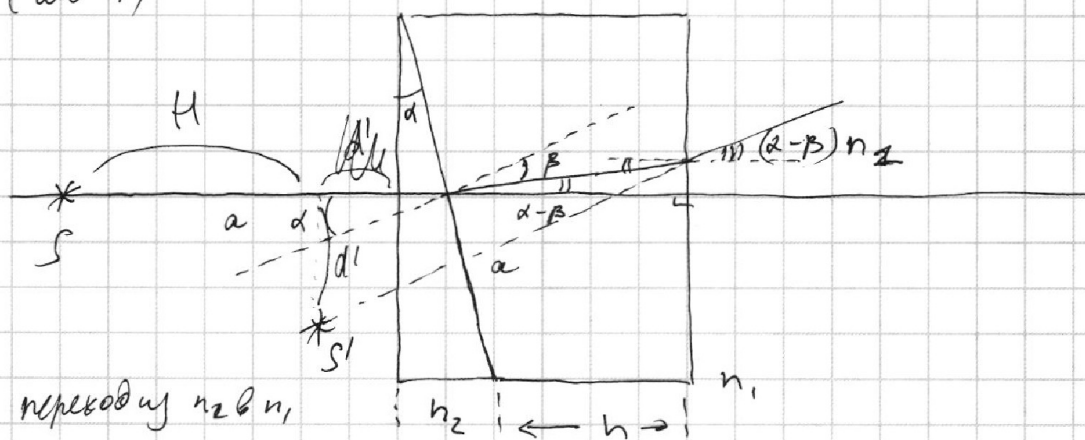
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

№5
3) (часть 4)

10



переходу n_2 в n_1

$$1) \quad n_2 \alpha = n_1 \beta$$

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

2) переходу n_1 в воздух:

$$(\alpha - \beta) \cdot n_1 = x \cdot n_2^I$$

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

$$= \alpha (n_1 - n_2)$$

Т.к. призма не фокусирует параллельные лучи, то мнимое изображение источника S' будет видно на расстоянии a от правого края призмы и будет повернуто на угол $\alpha(n_1 - n_2)$ (как на рисунке)

$$\tan \alpha(n_1 - n_2) \approx \alpha(n_1 - n_2)$$

$$d' = \alpha(n_1 - n_2) \cdot a = 0,05 \cdot 0,2 \cdot 9 = 0,009 \text{ м} = 0,9 \text{ мм}$$

$$= 200 \cdot 0,05 \cdot 0,2 \cdot 9 = 200 \cdot 0,009 = 1,8 \text{ см}$$

$$= 2 \text{ см}$$

$$H = a - a \cdot \cos \alpha + h = a \cdot \left(1 - \frac{\alpha^2}{2} \right) + h = 200 \cdot \left(1 - \frac{0,05^2}{2} \right) + 9 = 29,05 \text{ см}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

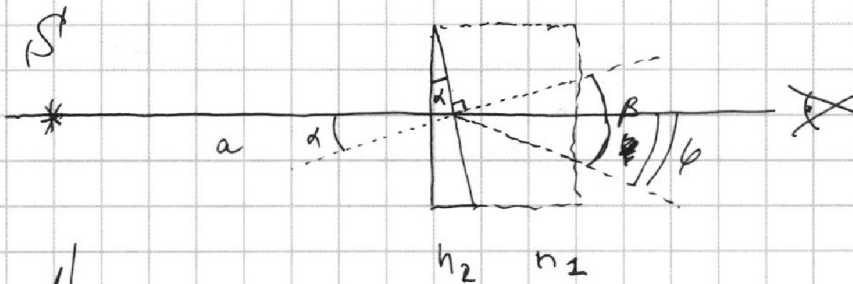
МФТИ

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

08

N5 (каб 2)

$n_2 = 1$



$$\lambda = 0,05 \text{ рад}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

$$1) n_1 = n_2 = 1$$

$$n_2 = 1,6$$

$$\text{каб } k = ?$$

$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta, \text{ т.к. } \alpha, \beta \ll 1, \text{ то: } \sin \alpha \approx \alpha$$

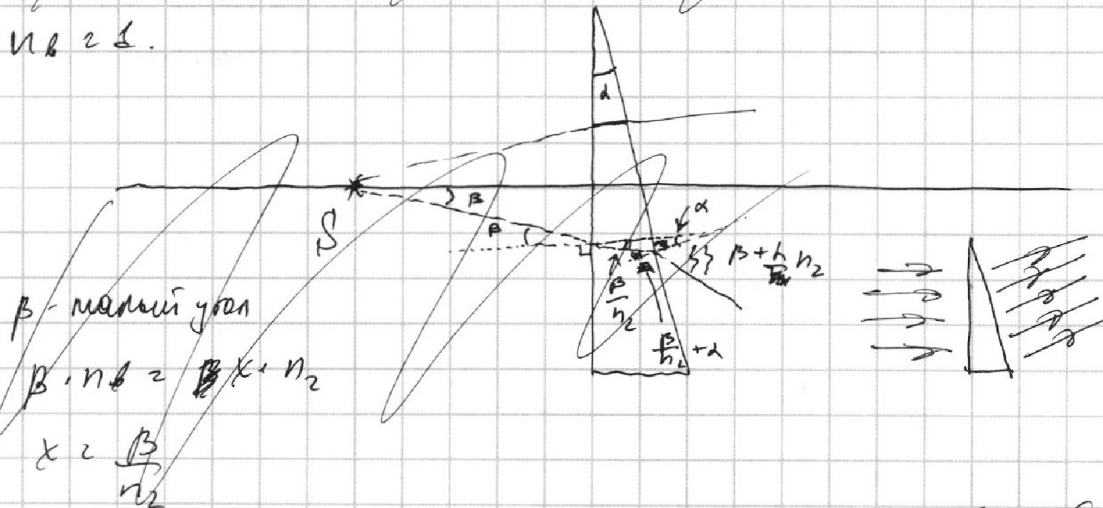
$$n_2 \alpha = \beta$$

$$k = \beta - \alpha = n_2 \alpha - \alpha = (n_2 - 1) \alpha = 0,6 \lambda = 0,6 \cdot 0,05 =$$

$$= 0,03 \text{ рад.}$$

2)

т.к. у ~~верха~~ ~~второй~~ ~~призмы~~ ~~показатель преломления равен 1,6~~,
то она на ход луча не влияет, т.к. у верха тоже $n_2 = 1$.



β - малый угол

$$\beta \cdot n_2 = \alpha \cdot n_1$$

$$\alpha = \frac{\beta}{n_2}$$

т.к. призма одинаково меняет угол всех лучей, наблюдатель
будет видеть миним. изображение

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

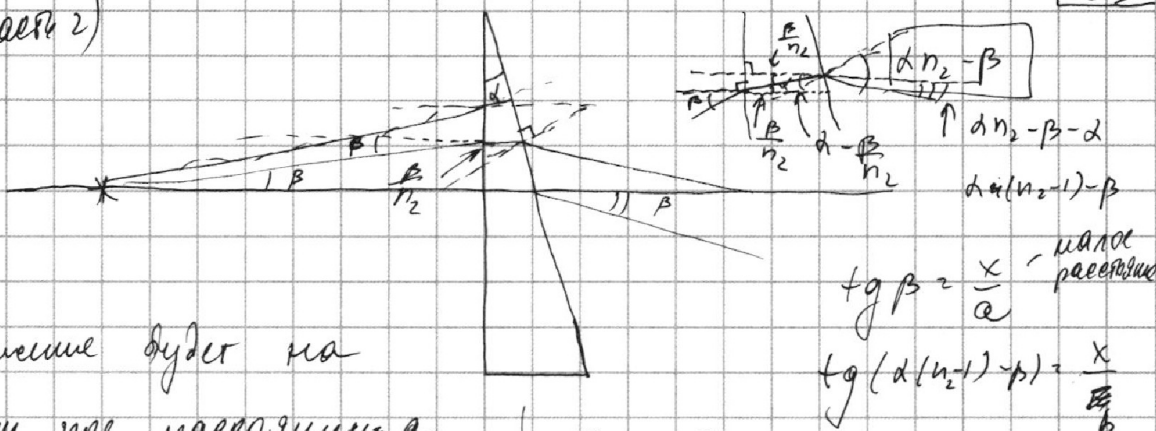
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

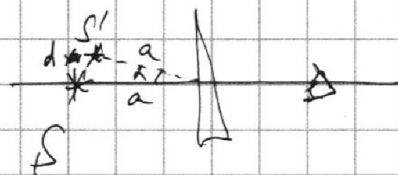
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 2) (часть 2)

09



Изображение будет на
таком же расстоянии a
от призмы, только
повернуто относительно
прямой исп. - пада на
угла α .



следовательно расстояние d между
источником и изображением будет

$$d^2 = a^2 + a^2 - 2a^2 \cos(\alpha)$$

$$d^2 = 2a^2 \left(1 - \cos \alpha\right)$$

$$d^2 = 2a^2 \frac{\alpha^2}{2} = a^2 \alpha^2$$

$$d = a \cdot \alpha = 200 \text{ см} \cdot 0.05 = 10 \text{ см}$$

Т.к. β — угол малее:

$$\beta \approx \frac{x}{a}$$

$$d(n_2 - 1) - \beta = \frac{x}{b}$$

$$\frac{b}{a} \approx \frac{\frac{x}{a}}{\frac{x}{b}} = \frac{\beta}{d(n_2 - 1) - \beta}$$

сфокусированное расстояние b зависит
от начального угла α
сфокусированного изображения
точечного источника не будет.

$$\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$



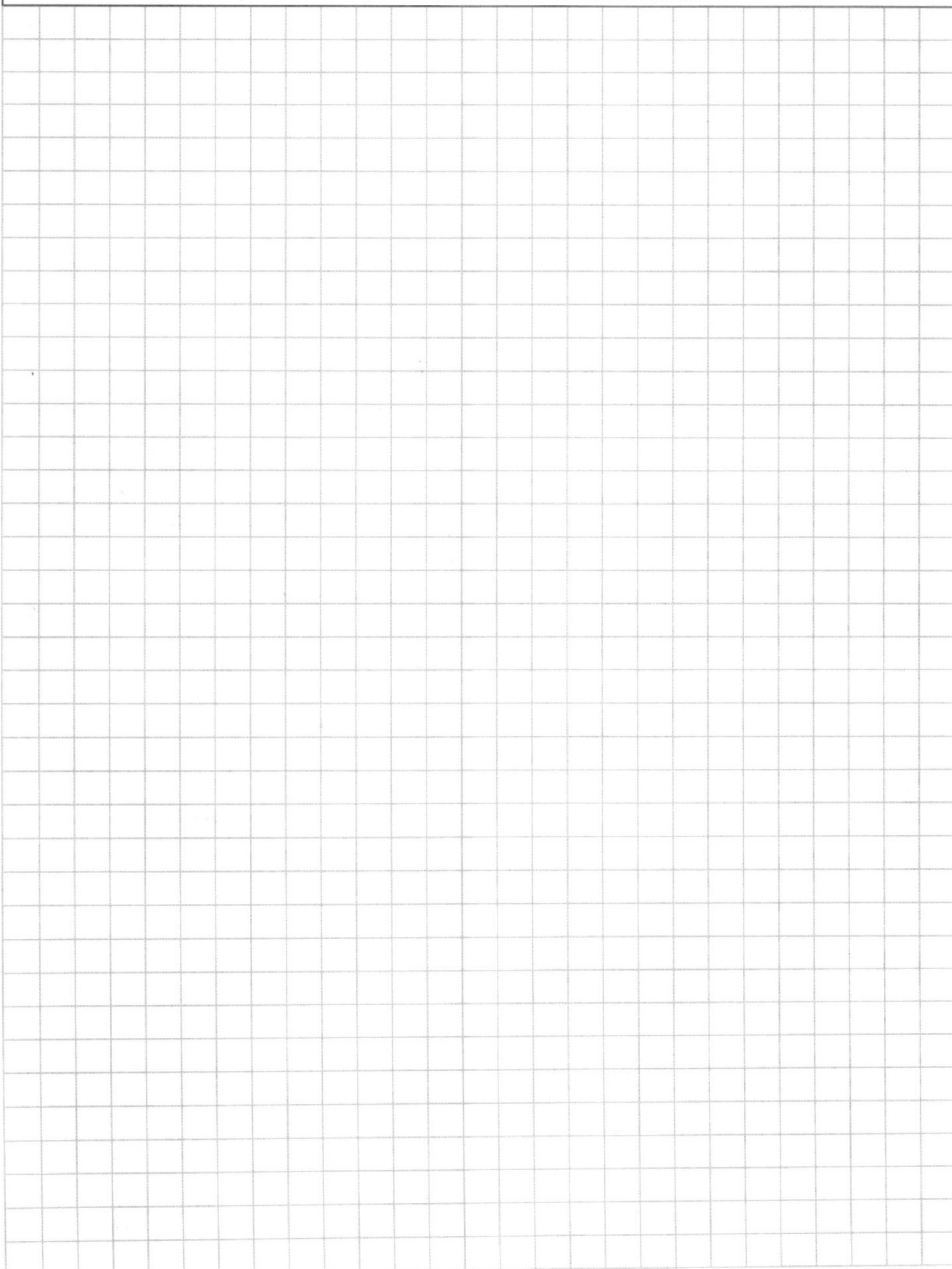
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



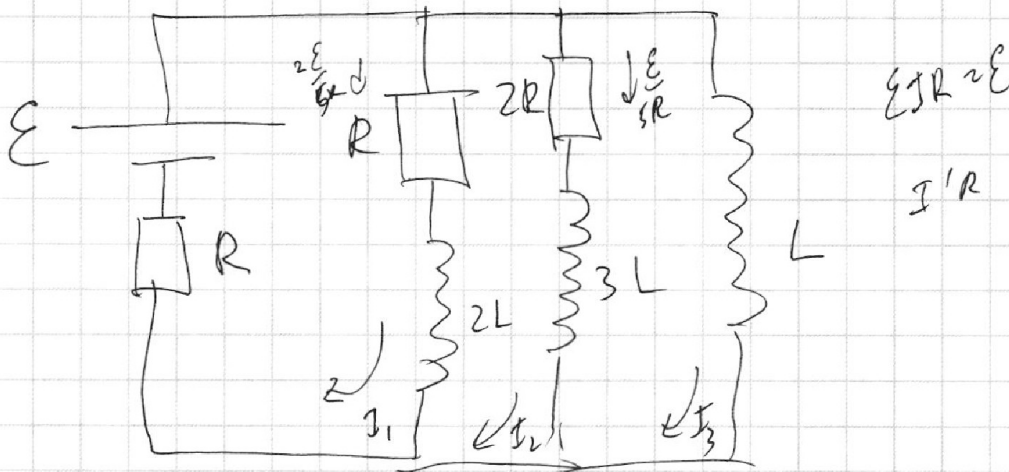
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\varepsilon = I_1 R + (I_1 + I_2 + I_3) R + L \dot{I}_1$$

$$L \dot{I}_3 = L \dot{I}_2 + I_2 R$$

$$\varepsilon = I R$$

$$\varepsilon = L \dot{I}_3 + \varepsilon I R$$

$$\varepsilon = I R$$

ток на нас. L будет равен
до тех пор, пока на
перемычке R оказывается
не будет падать ε. Но
сам на нём падает ε,
то на остальных катушках
 $L \dot{I} < 0 \Rightarrow$ в конце ток
через будет течь только через L.

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$L \frac{dI}{dt} = 3L \frac{dI_2}{dt} + 2R \frac{dI_2}{dt}$$

$$L \Delta I = 3L \Delta I_2 + 2R$$

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!



$$p'_{CO_2} \frac{7}{12} V = (p_{CO_2} + A) RT$$

Черновик

$$p'_{CO_2} \frac{7}{12} V = \left(\frac{p'V}{16RT_0} + \frac{kVP'}{16} \right) RT$$

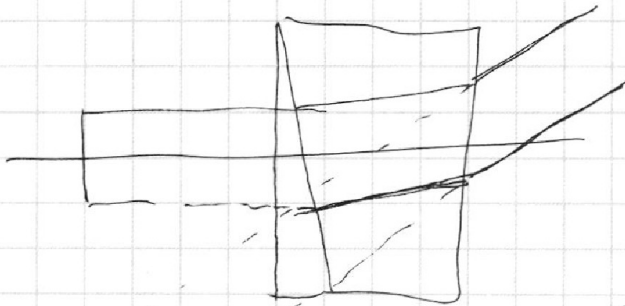
$$p'_{CO_2} \frac{7}{12} V = \frac{p'V T}{12T_0} + \frac{k p' V RT}{16}$$

$$p' = p_0 + p'_{CO_2}$$

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} \left(p' \frac{T}{12T_0} + \frac{k p' RT}{16} \right)$$

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} \left(p' \frac{4}{3 \cdot 12} + p' \frac{0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 16^3}{16} \right)$$

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} p' \cdot \frac{4}{3 \cdot 12} + p' \frac{12}{7} \frac{3 \cdot 3}{5 \cdot 16}$$



100, 0,0005



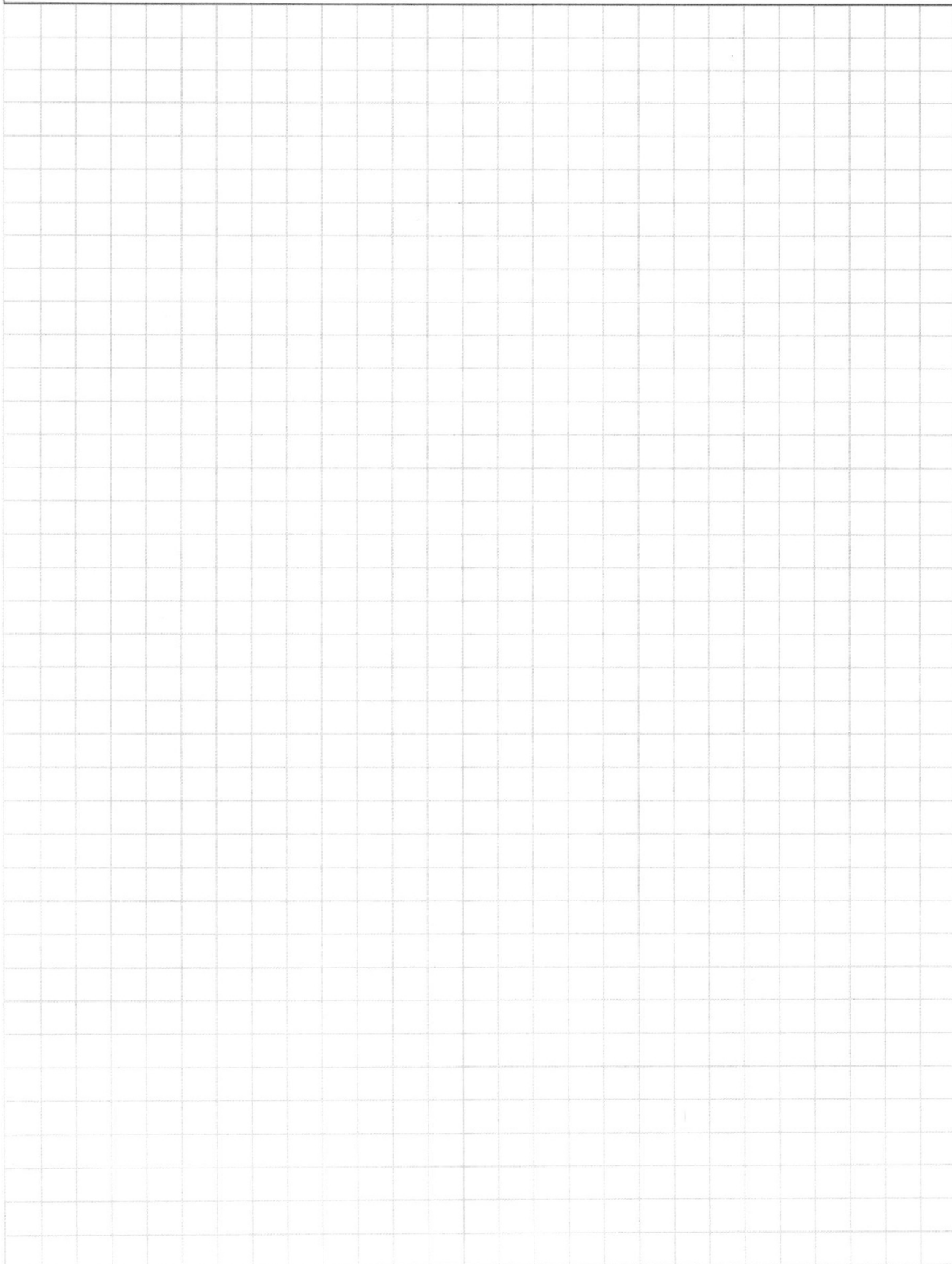
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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.

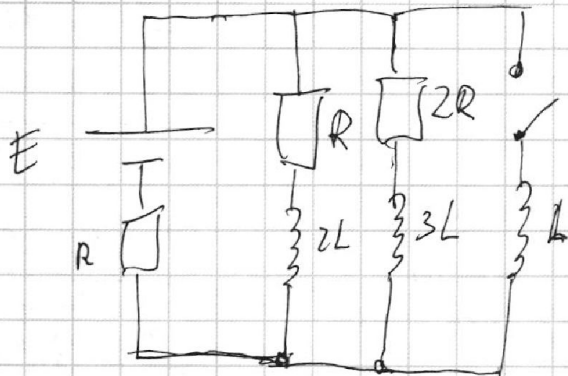
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

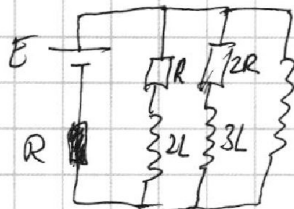
МФТИ

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

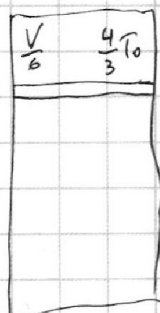
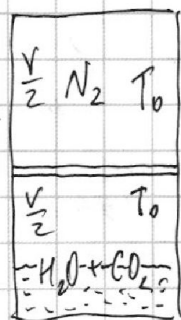
№4



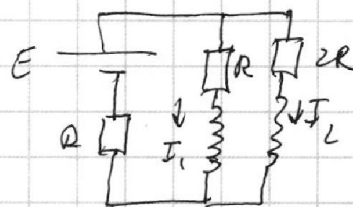
поиск ячеек:



$$I_2 \cdot 2R + I_2 \cdot 3L = I_L$$



по ячеек:



$$E = I_1 R + I_1 R + I_2 R$$

$$E = I_2 2R + I_2 R + I_2 R$$

$$E = 2I_1 R + 4 \frac{I_1}{2} R$$

$$E = \frac{5}{2} I_1 R$$

$$I_1 = \frac{2E}{5R}$$

$$E = 2I_2 R + 2I_2 R + I_2 R$$

$$I_2 = \frac{E}{5R}$$

$$E = (I_1 + I_2) R + L \dot{I}$$

$$L \dot{I} = E - \frac{3E}{5} = \frac{2E}{5}$$

$$\dot{I} = \frac{2E}{5L}$$

а) w

а) $\Delta p \approx k p w$

$$2 = \frac{\Delta N_2}{\Delta N_2}$$

поиск ячеек:

$$\begin{aligned} p_{N_2} \frac{V}{2} &= \frac{2}{3} R T_0 \\ p_{CO_2} \frac{V}{4} &= \frac{2}{3} R T_0 \\ p_{N_2} &= p_{CO_2} \end{aligned}$$

поиск ячеек:

$$p_{N_2} \frac{V}{6} = \frac{2}{3} R T_0$$

$$p_{N_2} = p_{CO_2}$$

$$p_{N_2} = p_{CO_2}$$

$p_0 = 10^5 \text{ Па}$,
т.к. $T = 300 \text{ К}$

$$p_{CO_2} \left(\frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = \frac{2}{3} R T_0$$