



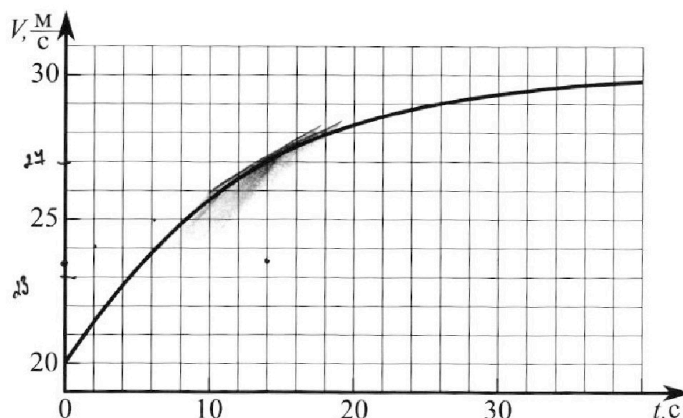
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



1) 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%.

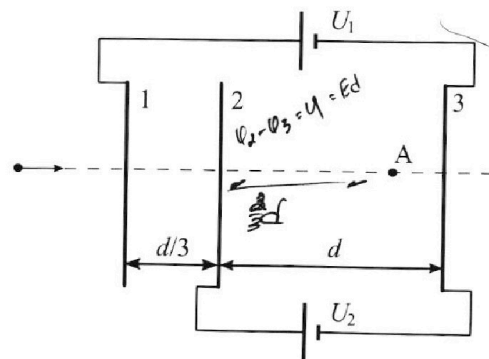
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости n пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpn$. Объём 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 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 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.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

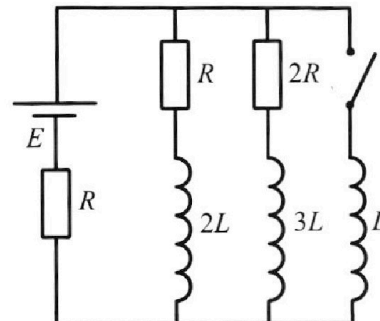
Вариант 11-02

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?

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 $a = 200$ 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.

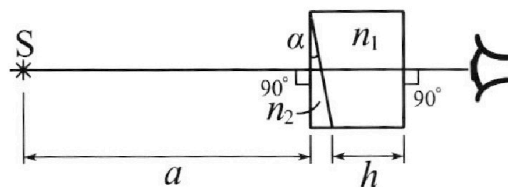


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,6$, 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.

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!

$$= \frac{15 \cdot 2 \cdot 1350}{27 \cdot 2 \cdot 2}$$

$$= \frac{15 \cdot 675}{27} = \frac{5 \cdot 675}{9} =$$

$$= \frac{5 \cdot 225}{3} = 75 \cdot 5 = 375 \text{ Н}$$

3

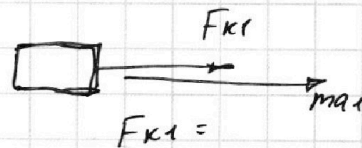
$$\begin{array}{r} 405 \\ - 104 \\ \hline 1620 \\ - 270 \\ \hline 1350 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2 \\ 675 \\ 200 + 25 \\ 75 \\ 5 \\ \hline 375 \end{array}$$

3) $P = F \cdot v$

$$ma_1 = P_1 = \frac{300}{v_1}$$

$$F_{c1} =$$

мощности на рычагах.



$$\frac{P_1}{v_1} = ma_1$$

$$P_1 = \frac{ma_1 v_1}{v_1}$$

$$P_1 = F_1 \cdot v_1 = 375 \cdot 27$$

$$P = F_k \cdot v_k = 405 \cdot 30$$

$$\eta = \frac{P_1}{P} = \frac{375 \cdot 3 \cdot 9}{405 \cdot 30} = \frac{9}{10} \cdot \frac{375}{405} = \frac{15}{18}$$

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!



В конце разгона

②

$$F_c = F_{\text{сопр.}}$$

$$\frac{P}{v_k} = F_k$$

$$P = F_k \cdot v_k$$

$$m a_1 = F_{k1} - F_{c1}$$

$$m a_1 = \frac{P}{v_1} - F_{c1}$$

$$\text{так как } F_{c1} = \frac{P}{v_1} - m a_1 = \frac{F_k v_k}{v_1} - m \cdot a_1$$

$$F_{c1} = \frac{405 \cdot 30}{27} - 300 \cdot 0,25 = \frac{405 \cdot 30}{27} - \frac{300}{4} \quad (27)$$

$$F_{c1} = \frac{405 \cdot 30 \cdot 4 - 30 \cdot 10 \cdot 27}{27 \cdot 4} = \frac{30 (405 \cdot 4 - 270)}{27 \cdot 4}$$

$$F_{c1} = 375 \text{ Н}$$



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!

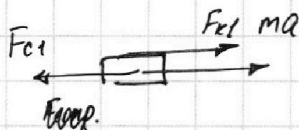
1)

$$a = \operatorname{tg} \alpha$$

у меня получилось :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{27 - 23,5}{14} = \frac{3,5}{14} \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2)



$$ma = F_k - F_{\text{тр}}$$

конкр. числ. значения.

$$a \approx 0$$

$$V \approx 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F = kV$$

$$k = \frac{F}{V} = \frac{105}{30}$$

$$F_k = P \cdot dt = \frac{dA}{dx}$$

$$P \cdot \frac{dx}{dt} = dA$$

$$P \cdot V = dA$$

$$F_k \cdot dx = dA$$

$$F_k \cdot dx = P \cdot dt$$

$$F \cdot V = P$$

$$F = \frac{P}{V}$$

$$P = \text{const}$$

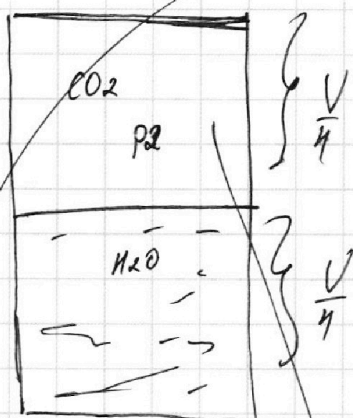
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$p_2 = \frac{p_2 \cdot R \cdot T_0}{\frac{V}{4}}$$

$$\frac{p_2 V}{4} = p_2 R T_0$$

$$p_2 + \Delta p = p_2'$$

$$p_2 = p_2' - \Delta p$$

$$\Delta p = k \cdot p_2 \cdot \frac{V}{4}$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = (\Delta p + p_2') R T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = k \cdot \frac{V}{4} \cdot R \cdot T_0 \cdot p_2 + p_2' \cdot R T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = (p_2' - \Delta p) R T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = p_2' R T_0 - \Delta p R T_0 = p_2' R T_0 - k \cdot p_2 \cdot \frac{V}{4} \cdot R \cdot T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} + k \cdot p_2 \cdot \frac{V}{4} \cdot R \cdot T_0 = p_2' R T_0 \quad | : R T_0$$

$$\frac{p_2 \cdot V}{4 R T_0} + \frac{k \cdot p_2 \cdot V}{4} = p_2' \quad \left| \frac{1}{R T_0} + k \right|$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

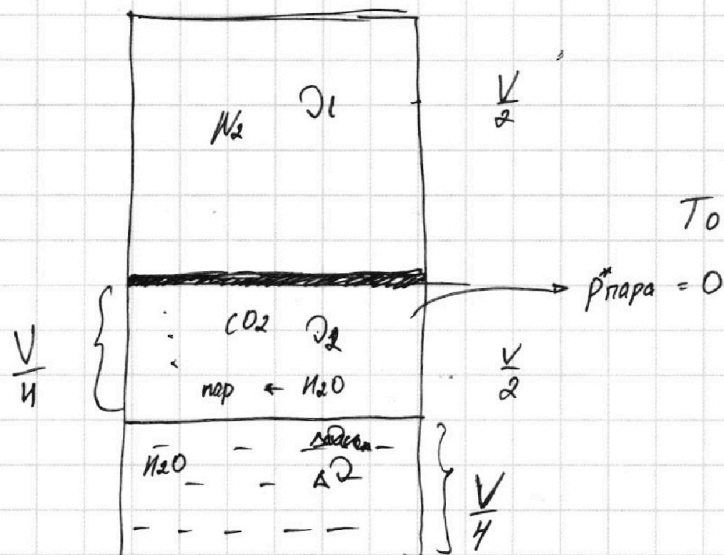
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

№2

①

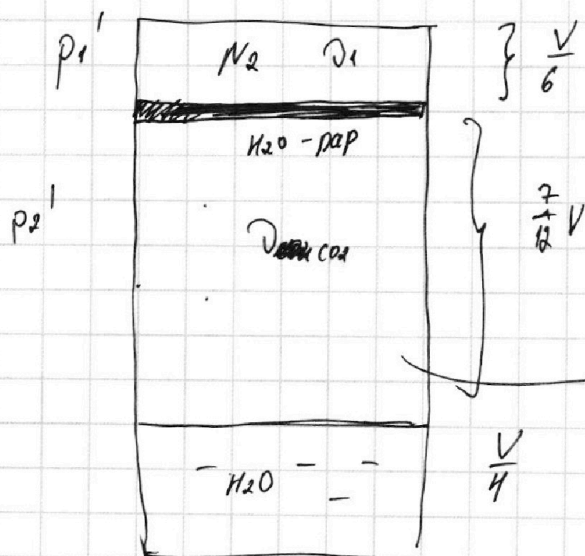


$$T_0 = \frac{3}{4} \cdot 373 \text{ K}$$

$$T_0 \approx \frac{3}{4} \cdot 2 \cdot 100 \text{ K} =$$

$$\approx 100 \cdot 3 = 300 \text{ K} \approx T_{\text{ком.}}$$

$$\approx 27^\circ \text{C}$$



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

$$p_{\text{пара}} = p^* = 10^5 \text{ Па} = 1 \text{ атм.}$$

$$\text{или } T = 373 \text{ K}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

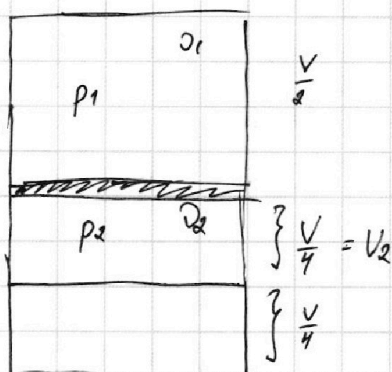
МФТИ

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



$$p_1 \cdot \frac{V}{2} = 2RT_1$$

(2)



$$p_1 = p_2$$

$$\frac{2 \cdot 0,2 RT_0}{V} = \frac{4 \cdot 0,2 \cdot R T_0}{V}$$

$$0,2 = 0,2$$

$$\frac{0,1}{0,2} = 2$$

$$0,2' = 0,2 + 0,2$$

$$0,2 = \frac{p_2 V_2}{RT_0}$$

$$\Delta 0 = k \cdot p_2 \cdot V_2$$

$$p_2 V_2$$

$$0,2' = k p_2 V_2 + \frac{p_2 V_2}{RT_0} = p_2 V_2 \left(k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

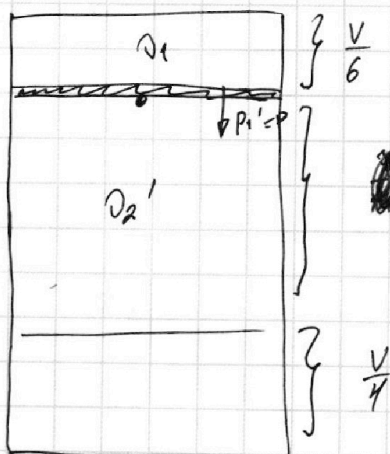
$$0,2' = p_2 \cdot \frac{V}{4} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

$$0,2' = \left(\frac{p_2 V}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

$$0,1 \cdot R \cdot T_0 \cdot \frac{1}{2} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

$$0,2' = \frac{0,2}{2} \cdot (k RT_0 + 1)$$

$$p_2' = \frac{0,2' \cdot R \cdot T}{V_2'}$$



$$\frac{7}{12} V = V_2'$$

$$V - \frac{1}{6} V - \frac{1}{4} V = \frac{11}{24} V$$

$$\sim \frac{7}{12} V$$

$$\frac{p_1 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{p_1' \cdot \frac{V}{6}}{\frac{4}{3} T_0}$$

$$\frac{p_1}{2} = p_1 \cdot \frac{3}{24} = p_1' \cdot \frac{1}{8}$$

$$p_1' = 4 p_1$$



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!

$\rho_1 \cdot \frac{V}{2}$

$$\rho_1 \cdot \frac{V}{2} = \rho_1 R T_0$$

$$\rho_1 = \frac{\rho_1 V}{2 R T_0} = \frac{\rho_2 V}{2 \cdot R T_0}$$

$$\rho_2' = \rho_2 R T_0 \cdot \left(\frac{1}{R T_0} + k \right) = \rho_2 (1 + k R T_0)$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = 2 \rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1}{2}$$

$$\rho_2' = \frac{\rho_1}{2} \cdot (1 + k R T_0)$$

$$\frac{9}{10} \cdot \frac{375}{105} = \frac{75}{81} \cdot \frac{9}{10}$$

$$\frac{105}{5} = 81$$

$$\frac{81}{81}$$

$$\frac{15}{2}$$

$$\frac{45 \cdot 9}{81 \cdot 10} = \frac{15 \cdot 9}{81 \cdot 2} = \frac{5 \cdot 15}{9 \cdot 2} = \frac{15}{18}$$

80

15

$$\frac{375}{5} =$$

$$15 + 60$$

$$45$$

$$350$$

15

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!



$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$$

$$p_2' \cdot \frac{7}{12} V = \nu_2' \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

$$\frac{p_2 \cdot \frac{V}{4}}{p_2' \cdot \frac{7}{12} V} = \frac{\nu_2}{\nu_2' \cdot \frac{3}{4}}$$

③

$$p_2' = \frac{\nu_1 (k R T_0 + 1) \cdot R \cdot T}{2 \cdot \frac{7}{12} V} = \frac{\nu_1 R \cdot T_0 \cdot \frac{4}{3} \cdot (k R T_0 + 1)}{\frac{7}{3} \cdot \frac{V}{2}}$$

$$p_2' = \frac{4}{7} (k R T_0 + 1) p_1$$

$$\frac{p_1' V_1'}{T} = \frac{p_1 V_1}{T_0} \Rightarrow p_1' = 4 p_1 = 4 \cdot \frac{\nu_1 R T_0}{V_1} = 4 p_1$$

$$p_1' = p = p_2' + p^*$$

$$4 p_1 = \frac{4}{7} (k R T_0 + 1) p_1 + p^*$$

$$p_1 \left(4 - \frac{4}{7} (k R T_0 + 1) \right) = p^*$$

$$4 p_1 \left(1 - \frac{1}{7} (k R T_0 + 1) \right) = p^*$$



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!

$$p = p_1 = \frac{p^*}{1 - \frac{1}{\gamma} (k R T_0 + 1)} =$$

(4)

$$p = \frac{p^*}{1 - \frac{1}{\gamma} \left(\frac{27}{20} + 1 \right)}$$

$$\frac{4}{3} R T_0 = R T = 3 \cdot 10^3$$

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

$$k R T_0 = \frac{6}{10} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3 \cdot 9}{10 \cdot 2} =$$

$$= \frac{27}{20}$$

$$p = \frac{140}{93} \cdot 10^5 \text{ Па} = \frac{140}{93} \cdot p_{\text{атм.}}$$

$$1 - \frac{1}{\gamma} \left(\frac{47}{20} \right) =$$

$$= \frac{140}{1 - \frac{47}{140}} = \frac{140 - 47}{140} = \frac{93}{140}$$



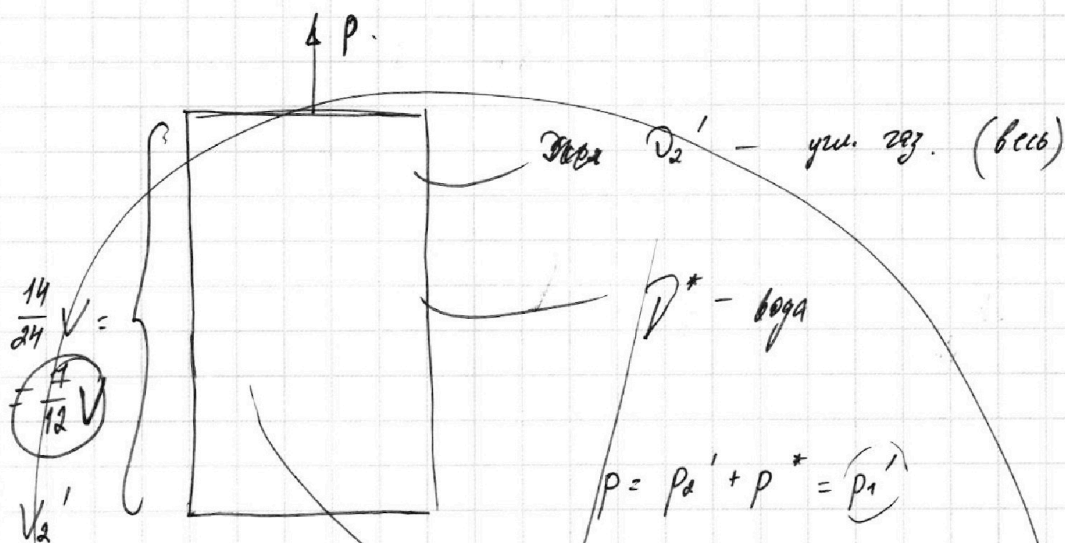
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$p_2' = \frac{D_2' \cdot R \cdot T}{V_2'}$$

$$p^* = 10^5$$

$$\frac{p_1' \cdot V_1'}{T} = \frac{p_1 V_1}{T_0}$$

$$\frac{p_1' \cdot \frac{V}{6}}{\frac{4}{3} T_0} = \frac{p_1 \frac{V}{2}}{T_0}$$

$$\frac{p_1' \cdot 3}{24} = \frac{p_1}{2}$$

$$\frac{p_1'}{4} = p_1$$

$$p_1' = 4 p_1$$

$$\frac{p_1 \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{p_1' \cdot \frac{V}{4}}{\frac{4}{3} T_0}$$
$$\frac{p_1}{2} = p_1' \frac{3}{16}$$

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)

$$p_{N_2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{N_2} R T_0$$

$$p_{CO_2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} R \cdot T_0$$

$$p_{N_2} = 2 \cdot \frac{\nu_{N_2} R T_0}{V}$$

$$p_{CO_2} = 4 \cdot \frac{\nu_{CO_2} R \cdot T_0}{V}$$

$$\frac{p_{CO_2}}{p_{N_2}} = 2$$

$$4 \cdot \frac{\nu_{CO_2} R T_0}{V} = 2 \cdot \frac{\nu_{N_2} R T_0}{V}$$

$$2 \nu_{CO_2} = \nu_{N_2}$$

$$\frac{\nu_{CO_2}}{\nu_{N_2}} = 2$$

$p_{CO_2} = ?$

2)

$$p_{CO_2}' \cdot \frac{V}{6} = \nu_{CO_2}' R \cdot T$$

$$p_{CO_2}' = \frac{6 \cdot \nu_{CO_2}' R \cdot T}{V}$$

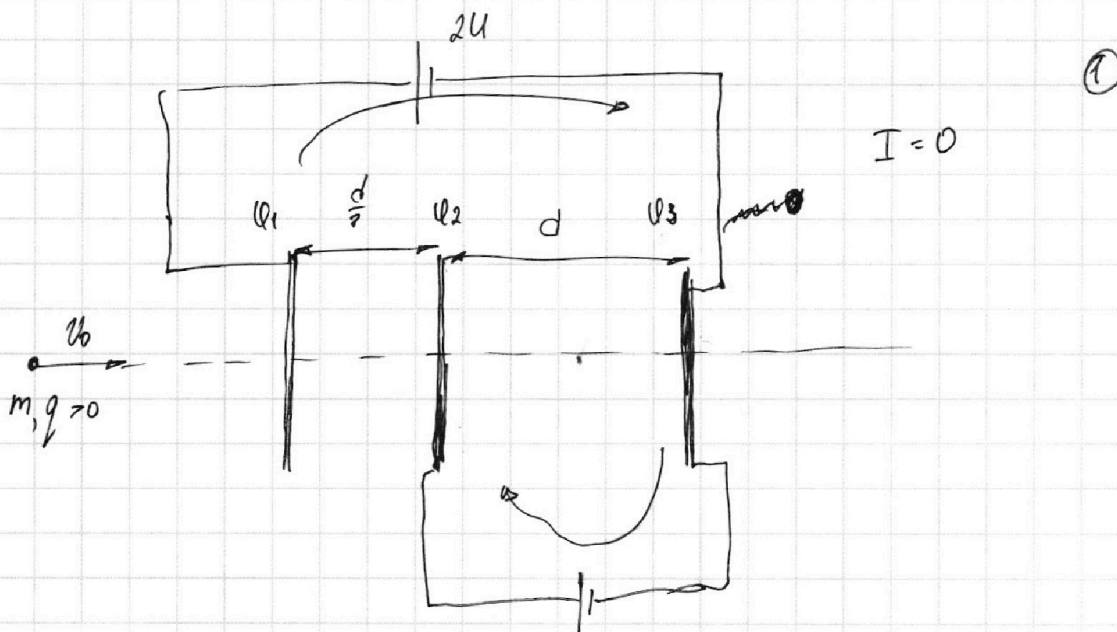
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

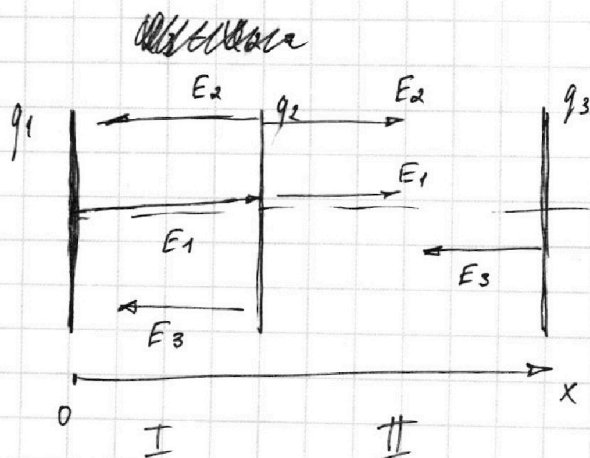


Закон Ома для участка цепи.

$$q_1 - q_3 - 2U = 0 \Rightarrow q_3 = q_1 - 2U$$

$$q_3 - q_2 + U = 0 \Rightarrow q_2 - q_3 = U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$



Вдоль оси поле однородно.

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!



$$U_2 - U_3 = U = E \pi \cdot d$$

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

$$\frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$\Rightarrow$

$$\frac{2\epsilon_0 S U}{d} =$$

$$q_1 + q_2 - q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 + q_2 = -q_3$$

$$\frac{2\epsilon_0 S U}{d} =$$

$$-2q_3$$

$$q_3 = \frac{-4\epsilon_0 S U}{d}$$

$$q_1 + q_2 = \frac{2\epsilon_0 S U}{d} + q_3 =$$

$$= \frac{2\epsilon_0 S U}{d} + \frac{4\epsilon_0 S U}{d} = -\frac{2\epsilon_0 S U}{d} = q_1 + q_2$$

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

$$4 \left(-2q_2 - \frac{2\epsilon_0 S U}{d} \right) + 2q_2 + 4 \cdot \frac{4\epsilon_0 S U}{d} = \frac{12\epsilon_0 S U}{d}$$

$$-8q_2 - \frac{8\epsilon_0 S U}{d} + 2q_2 + \frac{16\epsilon_0 S U}{d} = \frac{12\epsilon_0 S U}{d}$$

$$-6q_2 = \frac{4\epsilon_0 S U}{d}$$

$$q_2 = -\frac{2}{3} \frac{\epsilon_0 S U}{d}$$

2.2

$$U_1 = \frac{4}{\pi} (a)$$

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

$$= \frac{U_1 T_0 \cdot R}{\frac{V}{2}} \cdot \frac{\pi}{4}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐



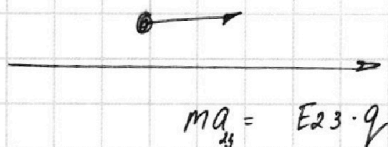
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2)

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U - \varphi_{23} = E_{23} \cdot d$$

1)

$$E_{23} = \frac{U}{d}$$



$$m a_{23} = E_{23} \cdot q$$

$$a_{23} = \frac{E_{23} \cdot q}{m} = \frac{U q}{d m}$$

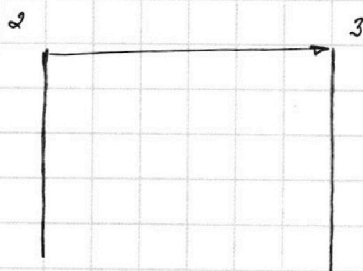
3)

$$\varphi_1 - \varphi_2 - 2U + U = 0$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U$$

$$E_{12} = \frac{U}{d} = U$$

$$E_{12} = \frac{3U}{d}$$



$$\Delta K = A_{эл.}$$

$$K_3 - K_2 = q E_{23} \cdot d = U q$$

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)

I

$$U_1 - U_3 = U_{13} = E_I \cdot \frac{d}{3} + E_{II} \cdot d = 2U$$
$$E_I = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$$

II.

$$E_{II} = E_2 + E_1 - E_3 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$$
$$E_I \cdot \frac{d}{3} + E_{II} \cdot d = 2U$$
$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} \left(\frac{1}{3} (q_1 - q_2 - q_3) + q_1 + q_2 - q_3 \right) = 2U$$
$$\frac{1}{3} q_1 - \frac{1}{3} q_2 - \frac{1}{3} q_3 + q_1 + q_2 - q_3 = \frac{4\epsilon_0 S U}{d}$$
$$\frac{4}{3} q_1 + \frac{2}{3} q_2 - \frac{4}{3} q_3 = \frac{4\epsilon_0 S U}{d}$$
$$4q_1 + 2q_2 - 4q_3 = \frac{12\epsilon_0 S U}{d}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

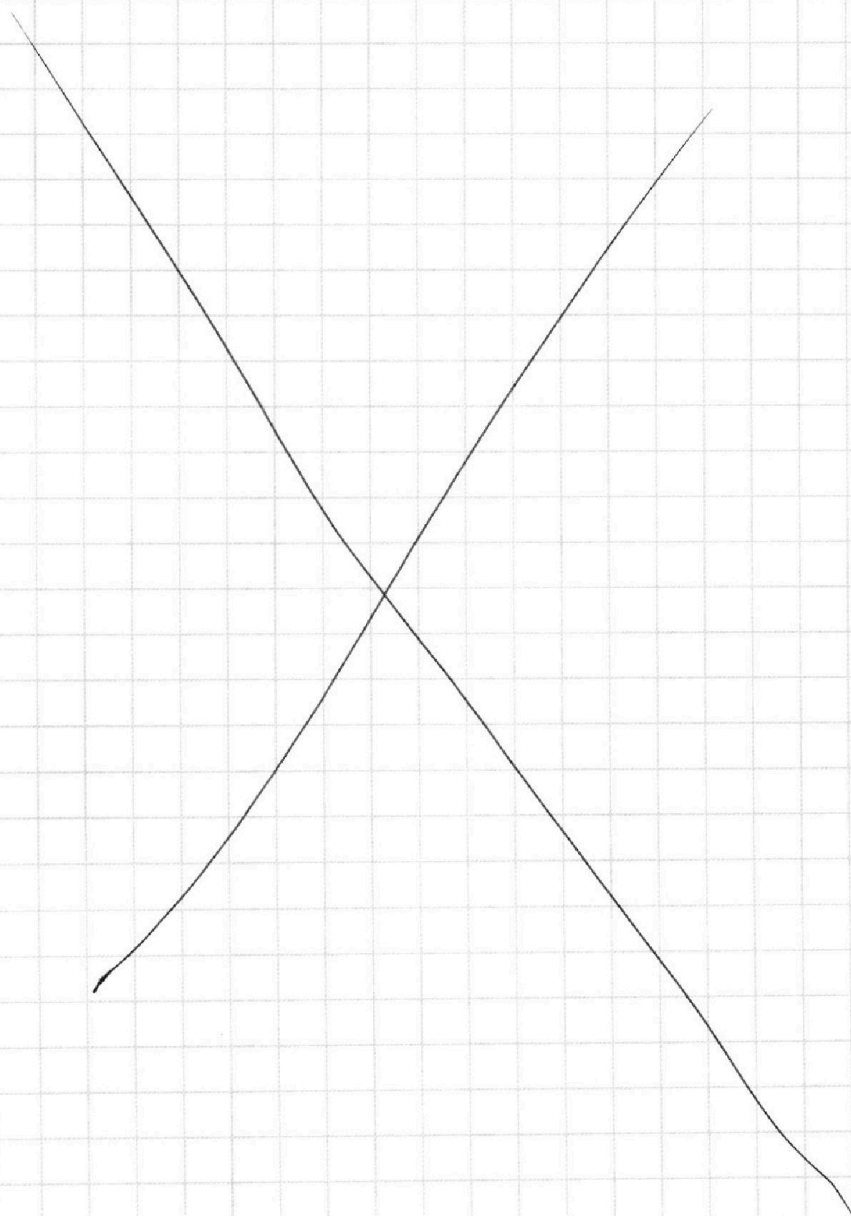
7
☐

 МФТИ

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

2)

41



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

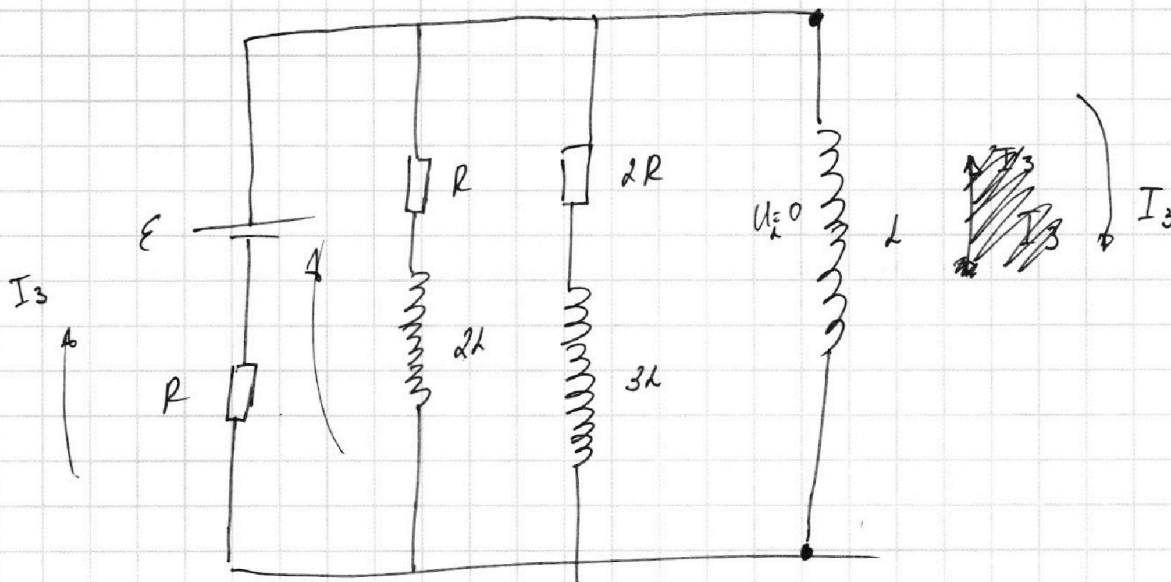
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



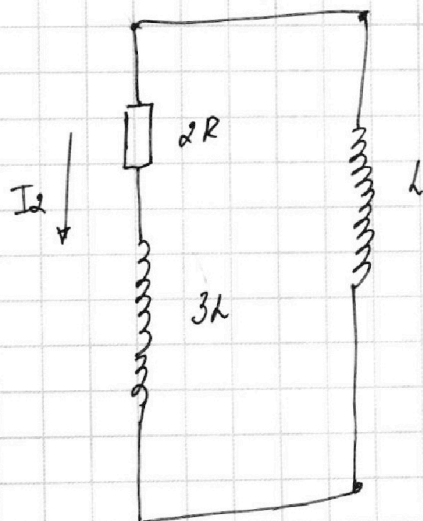
3) Когда режим установится $\dot{I}_3 = 0$, $I_3 = \text{const}$



Найдем I_3 .

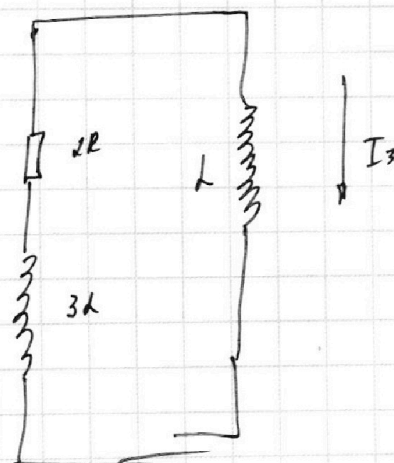
$$\begin{aligned} \varepsilon &= I_3 R \\ I_3 &= \frac{\varepsilon}{R} \end{aligned}$$

До:



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

После



$$I_3 = \frac{\varepsilon}{R}$$

(4)

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

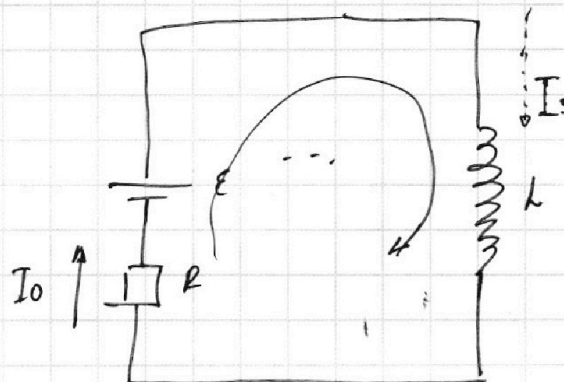
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2) Поток не успевает измениться в момент замыкания.

$$\mathcal{E} = I_0 R + I_2 \cdot 2R$$

$$\mathcal{E} - 2R \cdot \frac{\mathcal{E}}{5R} = I_0 R$$

$$\frac{3}{5} \frac{\mathcal{E}}{R} = I_0$$



$$\mathcal{E} = I_0 R + L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\mathcal{E} - \frac{3}{5} \mathcal{E} = L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{2}{5} \frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{dI_2}{dt} \quad \text{— после замыкания.}$$

3



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!

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R} - I_0$$

$$I_0 = I_1 + I_2$$

(2)

$$\mathcal{E} - I_2 \cdot 2R = I_0 R$$

$$\mathcal{E} - I_2 \cdot 2R = I_0 R$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} - 2I_2$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} - I_0 + I_2$$

$$2I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} + I_2$$

$$2 \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 2I_2 \right) = \frac{\mathcal{E}}{R} + I_2$$

$$2 \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - 4I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R} + I_2$$

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

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

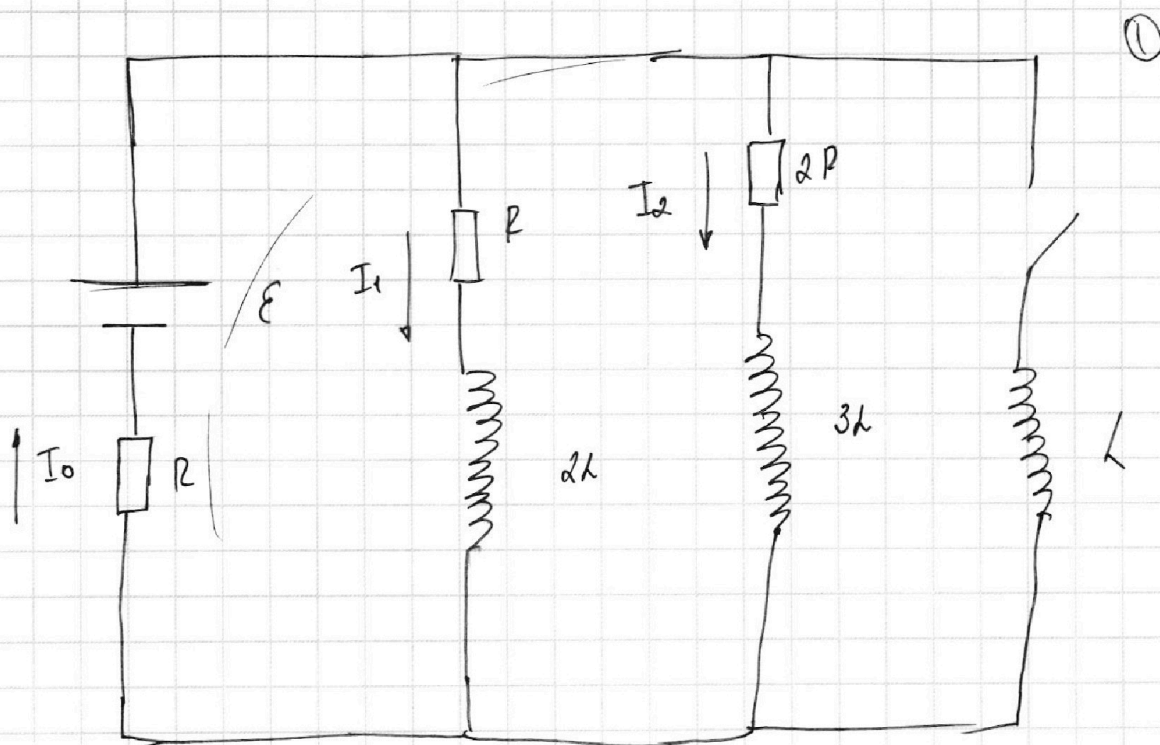
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

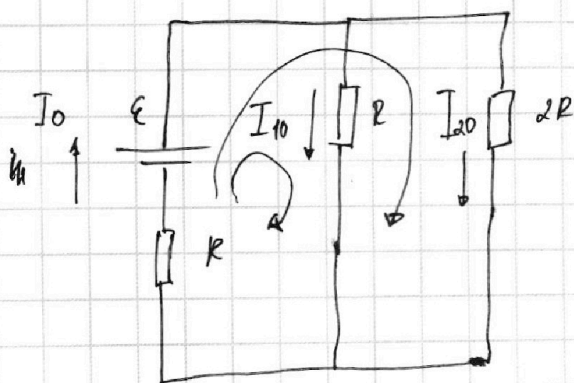


1) Режим установившийся

$$U_L = 0$$

переход: $I_{10} = I_1$; $I_{20} = I_2$

$$I_0 = I_{10} + I_{20} = I_1 + I_2$$



$$1) \quad \varepsilon = I_1 R + I_0 R$$

$$2) \quad \varepsilon = I_0 R + I_2 \cdot 2R$$

из 1)
$$\frac{\varepsilon - I_0 R}{R} = I_1 = \frac{\varepsilon}{R} - I_0 = \frac{\varepsilon}{R} - I_2$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R}$$



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!

$\pi \frac{LE}{R}$

$$\left(1 + \frac{3}{5}\right) \frac{LE}{R} = 2R \cdot q_2$$

⑥

$$\frac{8}{2 \cdot 5} \frac{LE}{R} = q_2$$

$$q_2 = \frac{4}{5} \frac{LE}{R}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

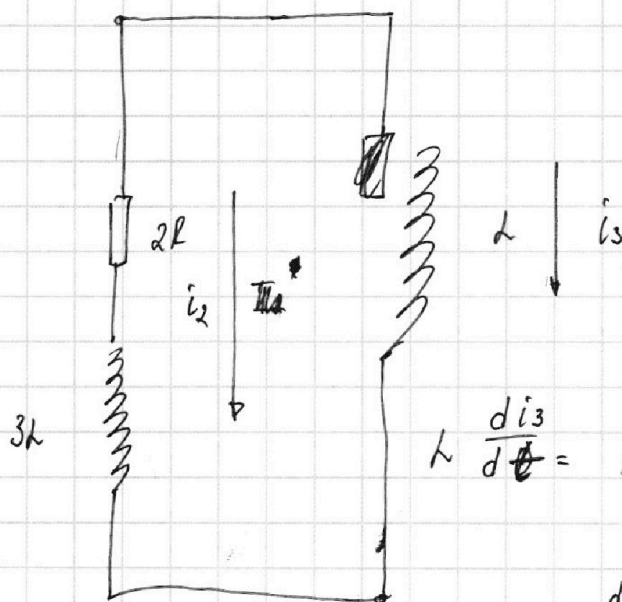
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

Присоедин. момент.

Поиск обрыва.



$$L \frac{di_3}{dt} = i_2 \cdot 2R + 3L \frac{di_2}{dt}$$

$$L \frac{di_3}{dt} = i_2 \cdot 2R + 3L \frac{di_2}{dt}$$

$$\dot{q}_2 = i_2$$

$$L \frac{di_3}{dt} = \frac{dq_2}{dt} \cdot 2R + 3L \frac{di_2}{dt}$$

$$L di_3 = dq_2 \cdot 2R + 3L \cdot di_2 \text{ проинтегрируем}$$

$$L \Delta i_3 = \Delta q_2 \cdot 2R + 3L \cdot \Delta i_2$$

$$L \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right) = q_2 \cdot 2R + 3L \cdot \left(0 - \frac{\mathcal{E}}{5R} \right)$$

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

(5)

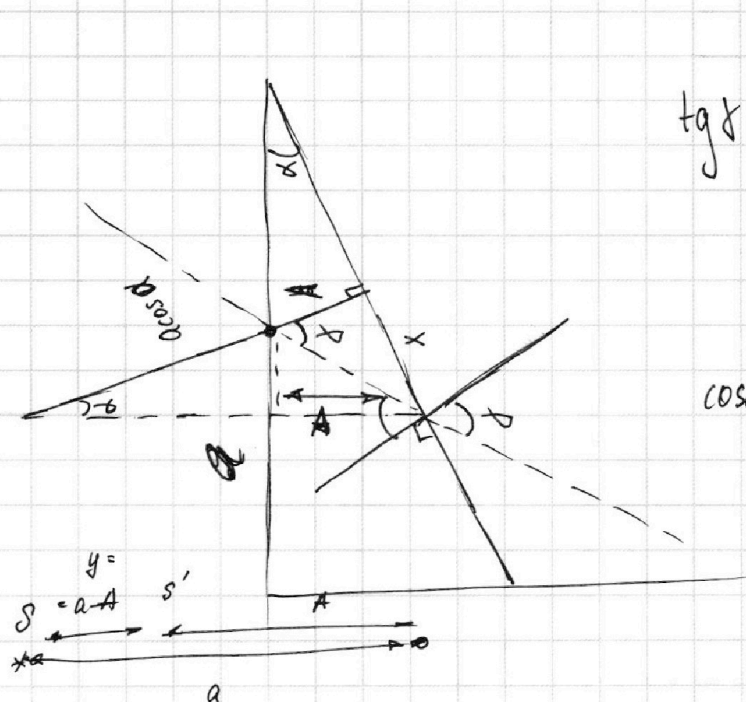
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{x}{A} \Rightarrow \gamma = \frac{x}{A}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{a \cos \alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{x}{a \cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = 1 - \frac{0,05^2}{2} \approx 1$$

$$a \cos \alpha \approx a$$

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$$

$$\alpha \cdot n_2 = \gamma$$

$$\frac{x}{a} \cdot n_2 = \frac{x}{A}$$

$$\frac{a}{n_2} = A$$

$$y = a - A = a - \frac{a}{n_2} = a \left(1 - \frac{1}{n_2} \right) = a \frac{n_2 - 1}{n_2} = a \frac{0,6}{1,6} =$$

$$y = a \cdot \frac{6}{16} = 200 \cdot \frac{3}{8} = \frac{50 \cdot 3}{2} = 25 \cdot 3 = 75 \text{ см.}$$

(2)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

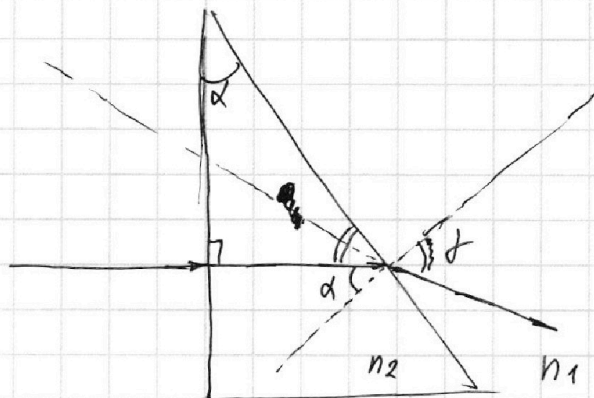
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

1)



1)

$$\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \gamma \cdot n_1$$

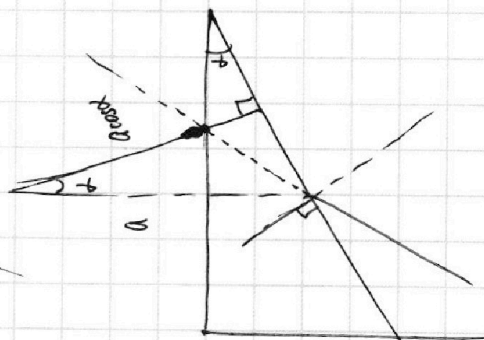
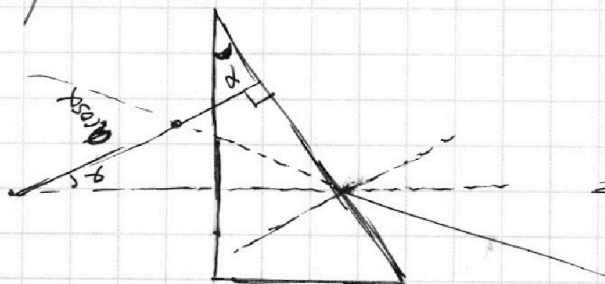
$$\alpha \approx \sin \alpha$$

$$0,05 \cdot 1,6 = 1 \cdot \gamma$$

sin gamma

$$\gamma = \frac{8}{100} \cdot \frac{16}{10} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ rad}$$

2)





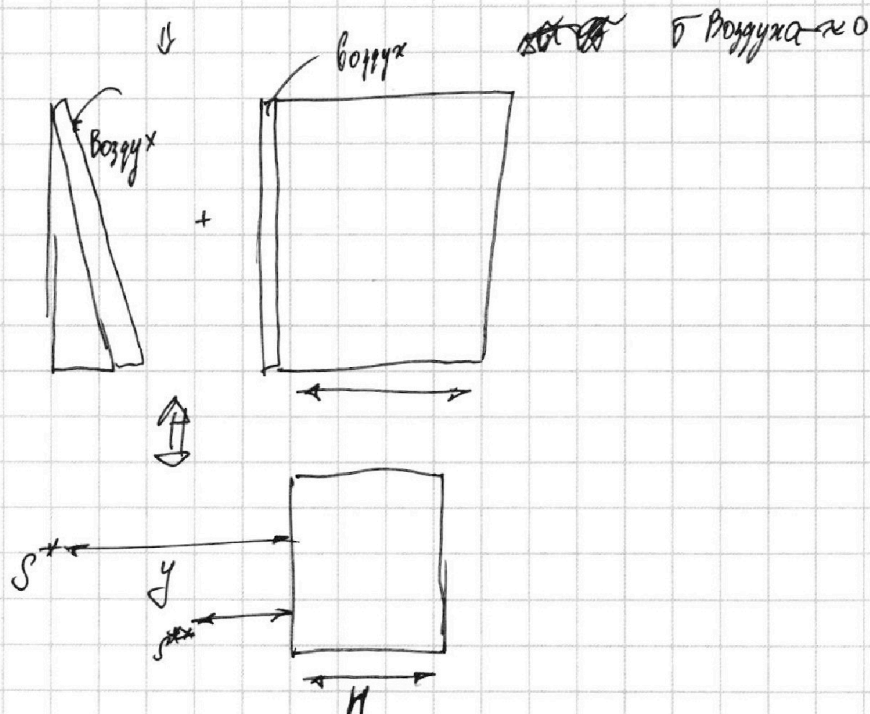
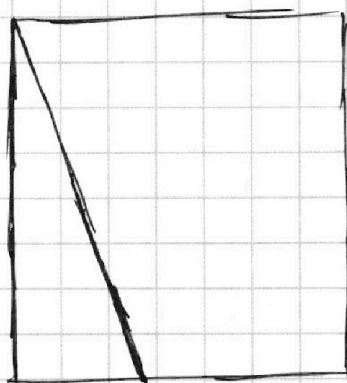
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



известно, что смещение, вызванное толстыми — плоскопарал.
пластиной можно считать по формуле $\Delta x = -h \cdot \frac{n-1}{n}$,

где h — толщ. пластины

n — показатель её преломления.



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!

Тогда S^{**} расположи на расстоянии.

(3)

$$H^{**} = y - h \cdot \frac{n_1 - 1}{n_1}$$

$$H^{**} = H = 75 - 9 \cdot \frac{1,8 - 1}{1,8}$$

$$= 75 - 9 \cdot \frac{8}{1,8} =$$

$$= 75 - 40 = 35 \text{ км.}$$



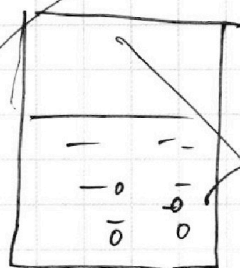
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



ΔD - зазв

$$\Delta D = k p w$$

$$R_T = 3 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$k = 0.6 \cdot 10^{-3}$$

$$U - \frac{U}{6} - \frac{U}{4} = \frac{24 - 4 - 6}{24} U = \frac{14}{24} U$$

$$\frac{7}{12}$$

$$\frac{U}{24} = \frac{U}{48}$$



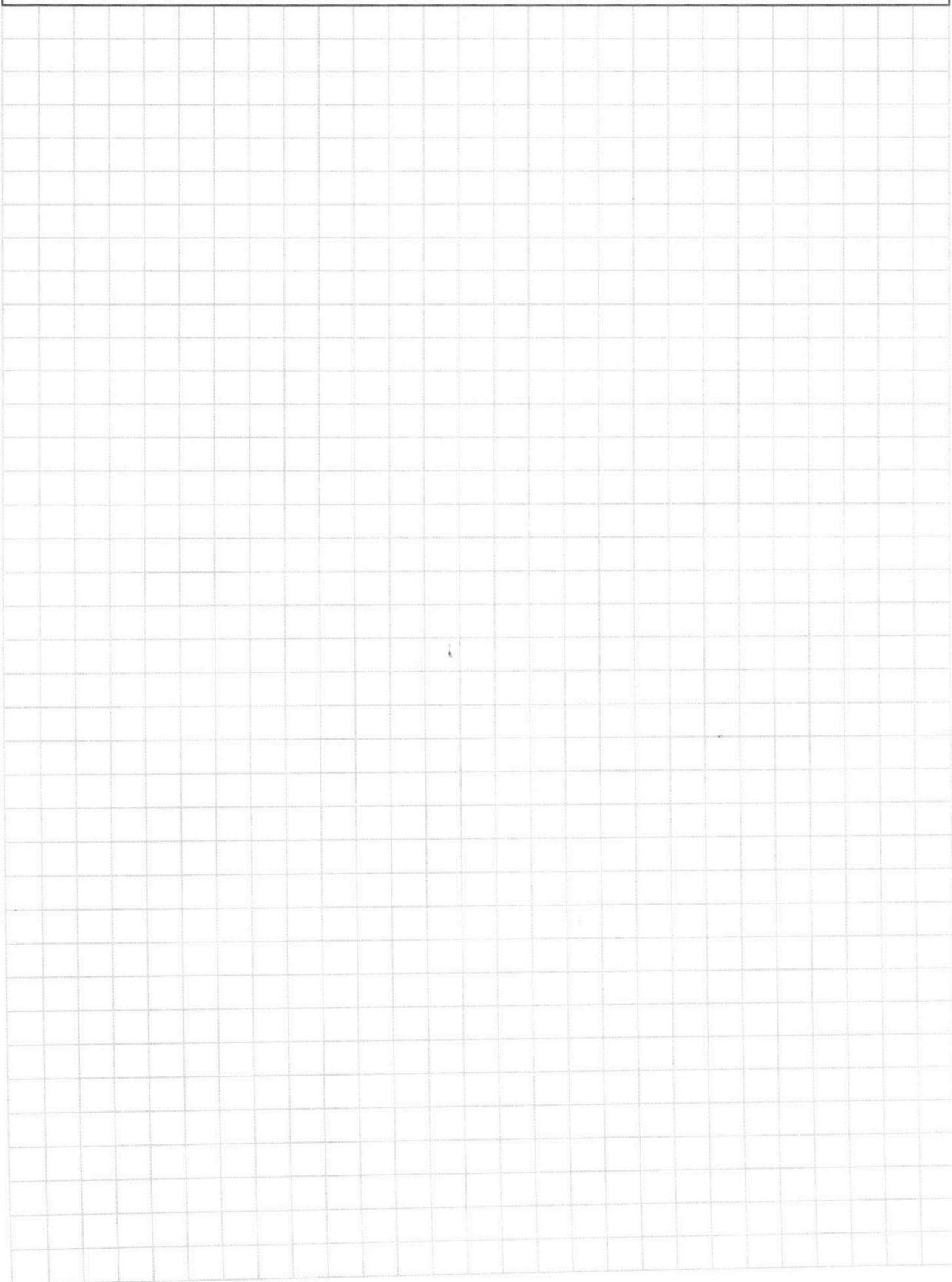
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





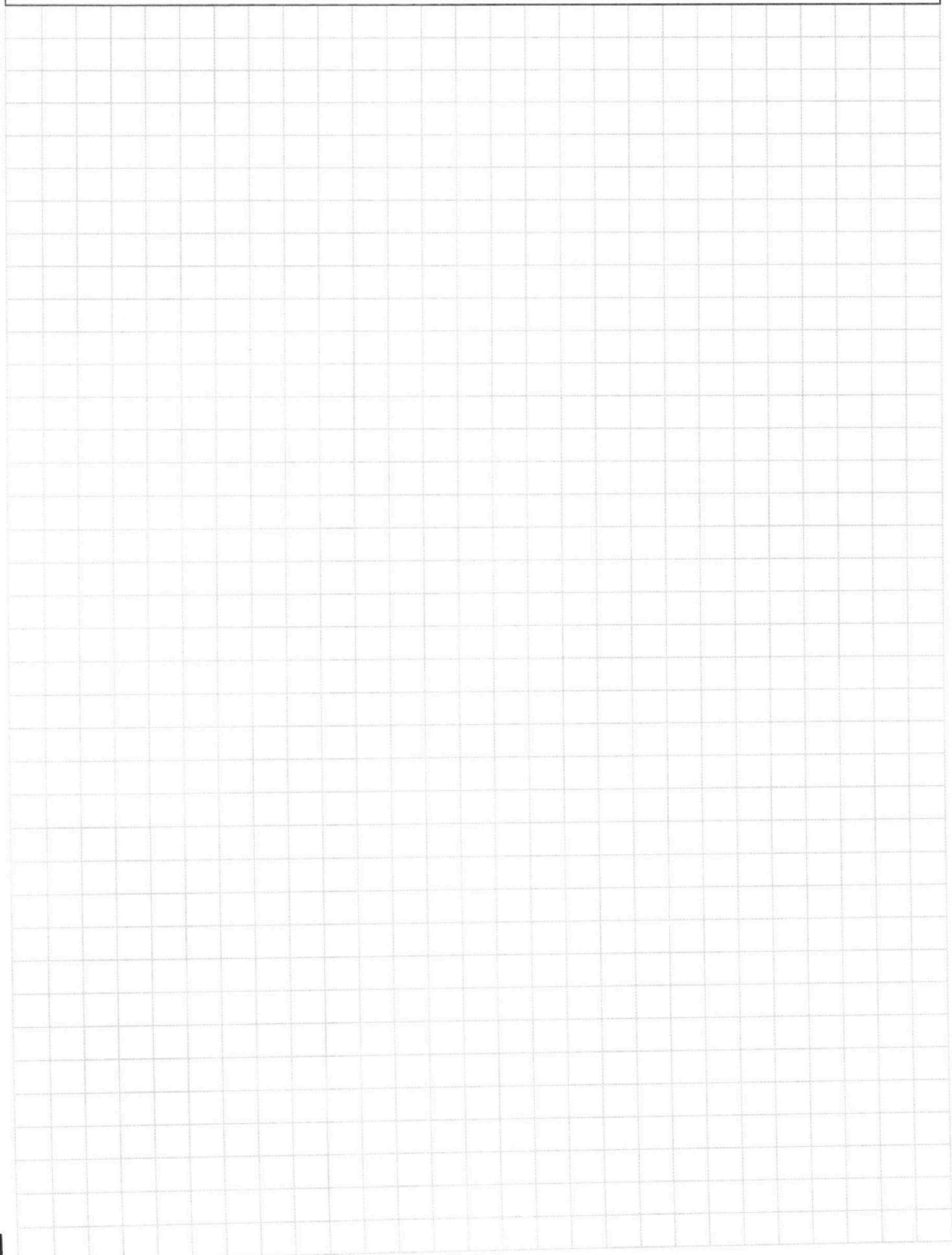
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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!

