



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

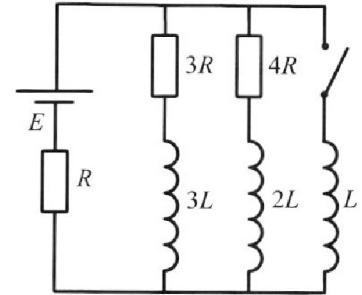
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



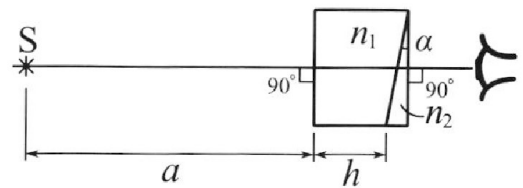
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числ. овыми 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 $a = 90$ 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.



1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



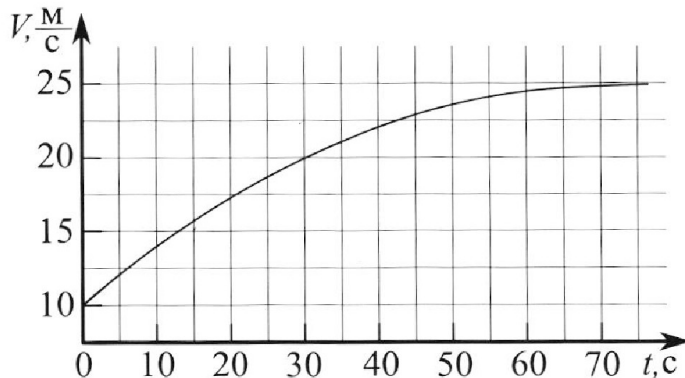
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

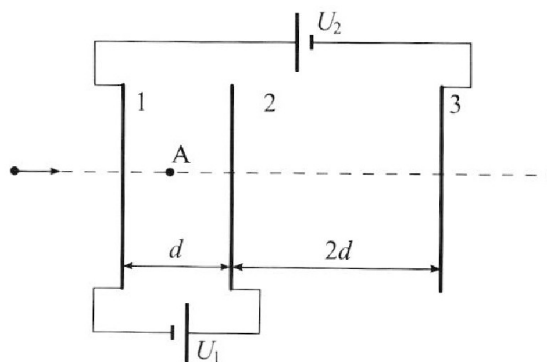
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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.

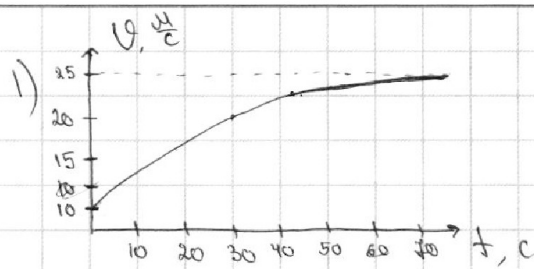
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



(0; 10); за касательную в этой точке принята прямая, проходящая через (30; 22,5))

~ 0.1
Пусть a_0 - ускорение автомобиля в начале разгона. Из графика получаем, что $a_0 \approx \frac{5}{12} \frac{м}{с^2}$ (ускорение - производная скорости $\Rightarrow$ чтобы найти a_0 нужно провести касательную к точке

Ответ: $\frac{5}{12} \frac{м}{с^2}$

2) Пусть k - коэффициент пропорциональности силы сопротивления, v_k - конечная скорость автомобиля, a_k - конечное ускорение автомобиля, тогда:

$$F_k - kv_k = ma_k \text{ по II закону Ньютона}$$

Заметим, что из графика $a_k \approx 0 \frac{м}{с^2}$, $v_k \approx 25 \frac{м}{с}$ (a_k найдено аналогично пункту 1), значит:

$$k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{600}{25} = 24 \frac{Н \cdot с}{м}$$

$$F_0 - kv_0 = ma_0 \text{ по II закону Ньютона}$$

$$F_0 = ma_0 + kv_0 = 1500 \cdot \frac{5}{12} + 24 \cdot 10 = 625 + 240 = 865 \text{ Н}$$

Ответ: $F_0 = 865 \text{ Н}$

3) $P_0 = F_0 v_0 = 865 \cdot 10 = 8650 \text{ Вт}$ по формуле мощности

Ответ: $P_0 = 8650 \text{ Вт}$

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!



~ 0.2

1) Пусть ν_r, ν_{gr} - количества гелия, утекшего газа в газобразном состоянии (в верхней и нижней части) до нагревания соответственно (из закона Менделеева-Клапейрона следует, что количество водяных паров при комнатной температуре пренебрежимо мало, т.е. пренебрежимо мало их давление по условию), тогда:

$$\begin{cases} \frac{P_{атм} V}{8} = \nu_r R T_0 \\ \frac{P_{атм} V}{8} = \nu_{gr} R T_0 \end{cases}$$

из условия и по закону Менделеева-Клапейрона $\Rightarrow \nu_r = 2 \nu_{gr} \Rightarrow \frac{\nu_r}{\nu_{gr}} = 2$

Ответ: 2

2) I. Пусть $\Delta \nu$ - количество утекшего газа, в канале расширенного в воде (из условия следует, что при температуре T он весь испарился), P_{gr} - давление утекшего газа при температуре T , тогда:

$$(\nu_{gr} + \Delta \nu) R T = \frac{11}{20} P_{gr} V \text{ по закону Менделеева-Клапейрона и т.д.}$$

$$\left(\frac{P_{атм} V}{8 R T_0} + \frac{k P_{атм} V}{8} \right) R T = \frac{11}{20} P_{gr} V \text{ из пункта 1 и по закону Гей-Люссака}$$

$$\frac{P_{атм} R T}{8} \left(k + \frac{1}{R T_0} \right) = \frac{11}{20} P_{gr}$$

II. Пусть p_n, p_r - давления пара, гелия при температуре T соответственно, тогда в силу равновесия поршня и состояния паров $p_r = p_n + p_{gr} \Rightarrow \nu_r R T = \frac{1}{5} (p_n + p_{gr}) V$ по закону Менделеева-Клапейрона

Заметим, что $T = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C} \Rightarrow p_n = P_{атм}$ - известная постоянная (на деле при температуре 100°C давление насыщенных водяных паров равно $P_{атм}$, но как сказано, что установить равновесие, а если жидкость практически не испарилась, из чего можно сделать вывод, что весь пар насыщенный, то есть его давление равно $P_{атм}$), тогда:

$$\begin{aligned} P_{gr} &= \frac{5 P_{атм} R T}{4 V} - P_{атм} \\ P_{gr} &= P_{атм} \left(\frac{5 T}{4 T_0} - 1 \right) \text{ т.е. } \nu_r = \frac{P_{атм} V}{4 R T_0} \text{ по пункту 1} \\ \text{III. из пунктов I и II: } \frac{P_{атм} R T}{8} \left(k + \frac{1}{R T_0} \right) &= \frac{11}{20} P_{атм} \left(\frac{5 T}{4 T_0} - 1 \right) \Rightarrow \frac{R T}{8} + \frac{T}{8 T_0} = \frac{11}{20} \left(\frac{5 T}{4 T_0} - 1 \right) \\ &= \frac{11 T}{16 T_0} - \frac{11}{20} \Rightarrow \frac{9 T}{16 T_0} = \frac{R T}{8} + \frac{11}{20} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{R T}{8} + \frac{44}{45} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 2.5 \cdot 10^3}{8 \cdot 3} + \frac{44}{45} = \frac{1544}{45} = \frac{59}{45} \end{aligned}$$

Ответ: $T/T_0 = 59/45$

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!

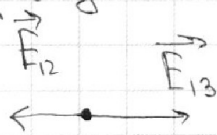
Пусть E_{12}, E_{23}, E_{13} - напряжённости, создаваемые сетками 1 и 2, 2 и 3, 1 и 3 соответственно, тогда:

$$\begin{aligned} U_1 &= E_{12}d \\ U_2 &= E_{13}d \\ U_1 + U_2 &= 2E_{23}d \end{aligned}$$

Используем условие:

$$\begin{cases} U = E_{12}d \\ 3U = 3E_{13}d \\ 4U = 2E_{23}d \end{cases} \Rightarrow E_{12} = E_{13} = \frac{E_{23}}{2}$$

Нарисуем векторы напряжённости между сетками 1 и 2:



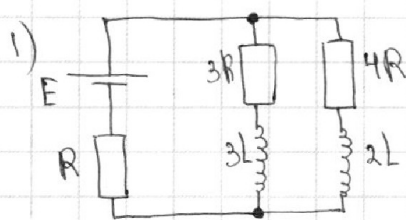
(там где E_2 ближе к полю между сетками 2 и 3, т.е. векторы напряжённости, создаваемые пластинами компенсируют друг друга)

$E_{12} = E_{13} \Rightarrow$ суммарный вектор напряжённости там 0 $\Rightarrow$ ускорений у электроны там не будет

Ответ: 0 $\frac{м}{с^2}$

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!



Пусть I, I_{20} - токи через резисторы с сопротивлением $R, 4R$ соответственно, тогда:

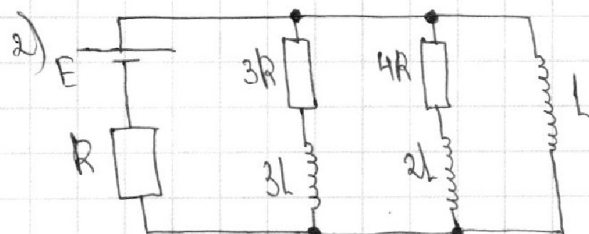
$$\begin{cases} I_{10} + I_{20} = I & \text{по I правилу Кирхгофа} \\ 3I_{10}R = 4I_{20}R & \text{т.к. напряжения при параллельном соединении равны} \end{cases}$$

$$IR + 3I_{10}R = E \quad \text{по II правилу Кирхгофа}$$

На катушках нулевые напряжения, т.к. сказано, что все элем. идеальные, а режим в цепи установившийся.
 Из (1): $I_{20} = \frac{3}{4}I_{10} \Rightarrow$ за счёт ~~второго~~ $I = \frac{7}{4}I_{10} \Rightarrow$ за счёт (3):

$$I_{10} = \frac{4E}{19R}$$

Ответ: $I_{10} = \frac{4E}{19R}$



Пусть ε, I_0 - напряжение, ток через катушку с индуктивностью L соответственно, тогда:

$$\begin{cases} \varepsilon = E - IR, & \text{т.к. напряжение ещё не успело установиться} \\ \varepsilon = LI_0' & \text{по формуле Кирхгофа} \end{cases}$$

 Из пункта 1: $\varepsilon = \frac{12}{19}E \Rightarrow$ из ~~индукции~~ катушке

$$I_0' = \frac{12E}{19L} - \text{исконная величина}$$

Ответ: $\frac{12E}{19L}$

3) $I \cdot \frac{3LI_0^2}{2} + LI_0^2 = -A_{\text{ист}} + Q_1 + Q_2 + Q_3 + \frac{LI_0^2}{2}$ по закону сохранения энергии, где $A_{\text{ист}}$ - работа источника до установления режима после замыкания ключа, Q_1, Q_2, Q_3 - теплоты, выделившиеся на резисторах с сопротивлениями $R, 3R, 4R$ соответственно, и по формуле энергии магнитного поля катушки

т.е. $3I_1R + 3I_1L = 4I_2R + 2I_2L$, т.к. напряжения при параллельном соединении равны, где I_1, I_2 - токи через резисторы с сопротивлением $3R, 4R$ соответственно

$\int (3I_1R + 3I_1L) = \int (4I_2R + 2I_2L)$ - интегрируем по времени

$\int 3I_1R + \int 3I_1L = \int 4I_2R + \int 2I_2L$

Заметим, что $\int 3I_1L = \int 2I_2L = 0$, т.к. это будет весь заряд, протекающий через соответствующий резистор, за все время, т.е. за бесконечность, значит, обе величины стремятся к 0

$\int 3I_1R = \int 4I_2R$

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!

$3q_1 R = 4q_2 R$, где q_1, q_2 - заряды протекающие через резисторы с сопротивлением $3R, 4R$ соответственно

$$q_2 = \frac{3}{4} q_1$$

III. $I_1 R = E$, R, R - элементы идеальны, то есть на катушке с индуктивностью L будет 0-ое напряжение после установившегося режима после замыкания ключа по пунктам 1 и 2 и тогда сразу:

$$\frac{33LE^2}{864R} = -A_{\text{ист}} + Q + Q_1 + Q_2 + \frac{LE^2}{2R^2}$$

$$\frac{295LE^2}{432R^2} + Q + Q_1 + Q_2 = A_{\text{ист}}$$

IV. $3I_1 L = 2I_2 L$ по закону сохранения потока

$$3I_1 L = 2I_2 L \Rightarrow I_2 = \frac{3}{2} I_1, \text{ по пункту 2} \Rightarrow P_2 = \frac{9}{4} P_1$$

$\Rightarrow P_2 = 4I_2^2 R = \frac{9}{4} I_1^2 R = \frac{9}{4} \cdot \frac{3}{2} I_1^2 R = \frac{27}{8} P_1$, где P_1, P_2 - мощность резисторов с сопротивлением $3R, 4R \Rightarrow$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

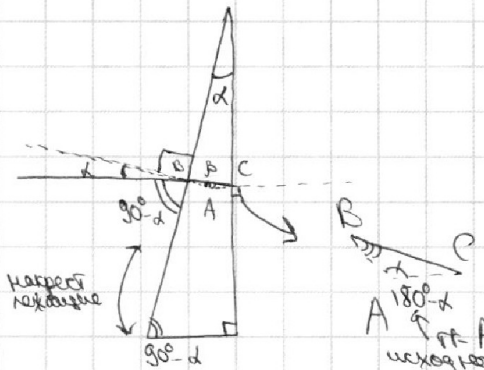
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



1) $n_1 = n_2$, а рассматриваемый **биссектор** перпендикулярен левой грани системы, то есть на левой грани направление хода не изменит $\Rightarrow$ можно считать, что первая призма вообще нет, тогда:



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \text{ по закону преломления}$$

$$\sin \alpha = n_2 \sin \beta, \text{ т.к. } n_1 = 1 \text{ по условию}$$

$$\alpha = n_2 \beta \text{ в силу малости углов}$$

$$\angle BCA = 180^\circ - (180^\circ - \alpha) - \beta = \alpha - \beta = \alpha - \frac{\alpha}{n_2} = \frac{n_2 - 1}{n_2} \alpha$$

$$n_2 \sin \angle BCA = n_1 \sin \beta, \text{ где } \beta \text{ — угол отклонения}$$

$$n_2 \sin \angle BCA = \sin \beta, \text{ т.к. } n_1 = 1$$

$$n_2 \cdot \frac{n_2 - 1}{n_2} \alpha = \beta = 0,7\alpha = 0,07 \text{ рад из результатов выше и в силу малости углов}$$

B- точка первого преломления
AC перпендикулярно правой грани системы

C- точка второго преломления

A- точка, что для AC выполняется условие выше, $\angle CBA = \beta$, где β — угол преломления (второй)

Ответ: 0,07 рад

2) $S \xrightarrow{S'} \xrightarrow{0,7\alpha} C$ т.к. $\angle SCS' = 0,7\alpha$ малый, можно приближенно считать, что $S'SC = 90^\circ \Rightarrow SS' = (a+h) \tan 0,7\alpha \approx (a+h) 0,7\alpha = (90+14) 0,7 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-2} = 72,8 \text{ мм}$
+ в силу малости углов

построение построения S' — изображение S : нужно пересечь две прямых: луча от источника справа от призмы, параллельный, перпендикулярный (выше призмы) и луч из пункта S , что и получается

Ответ: 72,8 мм

3) аналогично находим угол отклонения по же луча: $0,3\alpha$
аналогично находим искомую величину $(a+h) 0,3\alpha = (90+14) \cdot 0,3 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-2} = 31,2 \text{ мм}$

Ответ: 31,2 мм

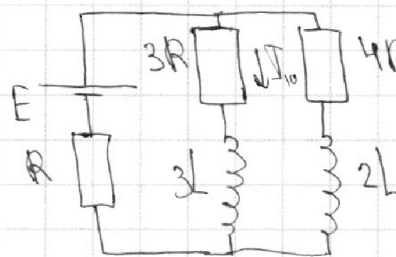
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

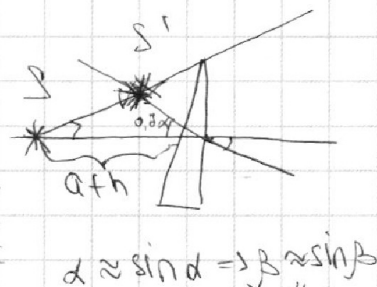
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



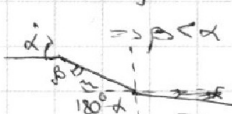
$$1) \begin{cases} I_0 + I_{20} = I \\ IR + 3I_0R = E \\ IR + 4I_{20}R = E \end{cases}$$



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

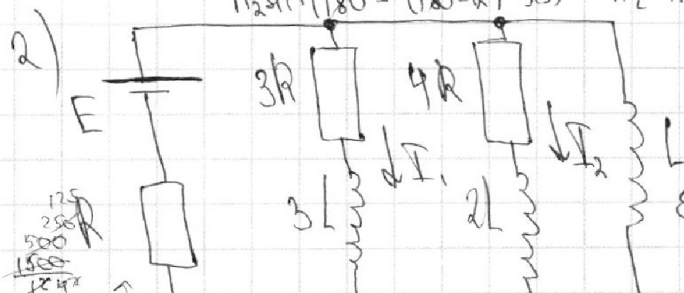
$$\beta = \frac{\alpha}{n_2}$$

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



$$I_{20} = \frac{3}{4} I_0 \Rightarrow I = \frac{7}{4} I_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = \frac{7}{4} I_0 R + 3 I_0 R = \frac{19}{4} I_0 R \Rightarrow I_0 = \frac{4E}{19R}$$



$$\varphi = L I_0$$

$$\varepsilon = L I_0'$$

$$\varepsilon = E - I_0 R =$$

$$= L I_0' =$$

$$= E - \frac{4E}{19R} R = \frac{15}{19} E$$

$$\frac{12,5}{30} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12} \quad E - \frac{7}{4} I_0 R = E - \frac{7}{4} \cdot \frac{4E}{19R} R = \frac{12}{19} E$$

$$3) P_1 = 3 I_1^2 R \quad P_2 = 4 I_2^2 R$$

$$3 I_1 R + 3 L I_1' = 4 I_2 R + 2 L I_2' = E + (I_1 + I_2) R$$

$$\frac{3 L I_1^2}{2} + L I_2^2 = \frac{L I_1^2}{2} + E q + Q + Q_1 + Q_2$$

$$\frac{104,07}{10} = \frac{104,7}{10} = 10,47$$

$$F_0 - k l_0 = m a_0 \quad F_k = k l_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{l_k} = \frac{600}{25} = 24$$

$$F_0 - 24 l_0 = m a_0 = F_0 - 240 = 750 \Rightarrow F_0 = 990$$

$$P_0 = F_0 l_0 / 4 = 9900 / 4 = 2475$$

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

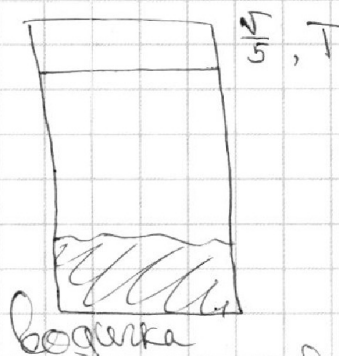
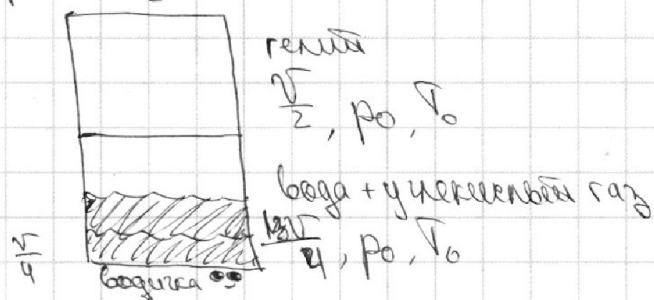
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$



$\Delta V = k p_0 V$, где w - объем жидкости, p - парциальное давление газа
 $k = 0,5 \cdot 10^{-3}$
 $p_0 = 3 \cdot 10^3$

$$V = \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{20 - 5 - 4}{20} V = \frac{11}{20} V$$

$$V_{\text{гр}} p_0 = \frac{p_0 V}{4} = \frac{V p_{\text{атм}}}{8} \Rightarrow$$

$$\frac{k p_{\text{атм}} V}{8} = \Delta V$$

$$V_r p_0 = \frac{p_{\text{атм}} V}{4} = \frac{p_{\text{атм}} V}{8} \cdot 2 = 2 V_{\text{гр}} p_0 \Rightarrow 2 V_{\text{гр}} = V_r \Rightarrow V_r = \frac{p_{\text{атм}} V}{4 p_0}$$

$$(V_r + \Delta V) p_0 = \frac{11}{20} p_0 V$$

$$V_r p_0 = \frac{V_r p_0}{20} = \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V = \frac{11}{5} \cdot \frac{p_{\text{атм}} V}{4} = \frac{11}{5} \cdot V_r p_0 = \frac{22}{5} V_{\text{гр}} p_0$$

$$V_r p_0 = \frac{1}{5} (p_0 + p_{\text{гр}}) V = \frac{p_{\text{атм}} V}{5} + \frac{p_{\text{гр}} V}{5} \Rightarrow p_{\text{гр}} = \frac{5}{V} (V_r p_0 - \frac{p_{\text{атм}} V}{5})$$

$$p_{\text{гр}} = p_{\text{атм}}$$

$$V_{\text{гр}} + \Delta V = \frac{k p_{\text{атм}} V}{8} + \frac{p_{\text{атм}} V}{8 p_0} = \frac{p_{\text{атм}} V}{8} \left(k + \frac{1}{p_0} \right)$$

$$(V_{\text{гр}} + \Delta V) p_0 = \frac{p_{\text{атм}} V p_0}{8} \left(k + \frac{1}{p_0} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{гр}} V$$

$$\frac{11}{20} \frac{p_{\text{атм}} p_0}{8} \left(k + \frac{1}{p_0} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{гр}} = \frac{11}{20} \cdot \frac{8}{5} \left(V_r p_0 - \frac{p_{\text{атм}} V}{5} \right)$$

$$= \frac{11}{4} \left(\frac{p_{\text{атм}} V}{4 p_0} - \frac{p_{\text{атм}} V}{5} \right) = \frac{11 p_{\text{атм}}}{4} \left(\frac{1}{4 p_0} - \frac{1}{5} \right)$$

$$\frac{k p_0}{8} + \frac{1}{8 p_0} = \frac{11}{16 p_0} - \frac{11}{20} \quad \frac{1}{20} \cdot \frac{16^4}{9} \quad \frac{5 p_0}{8} \cdot \frac{p_{\text{атм}} V}{4 p_0} = \frac{5 p_{\text{атм}} V}{4}$$

$$\frac{11-2}{16} \cdot \frac{1}{p_0} = \frac{9}{16} \cdot \frac{1}{p_0} = \frac{k p_0}{8} + \frac{11}{20} \Rightarrow \frac{9}{16} \frac{1}{p_0} = \frac{k p_0}{8} + \frac{11}{20} \Rightarrow \frac{9}{16} \frac{1}{p_0} = \frac{2 k p_0}{8} + \frac{11}{20} \Rightarrow \frac{9}{16} \frac{1}{p_0} = \frac{k p_0}{4} + \frac{11}{20}$$

85°C



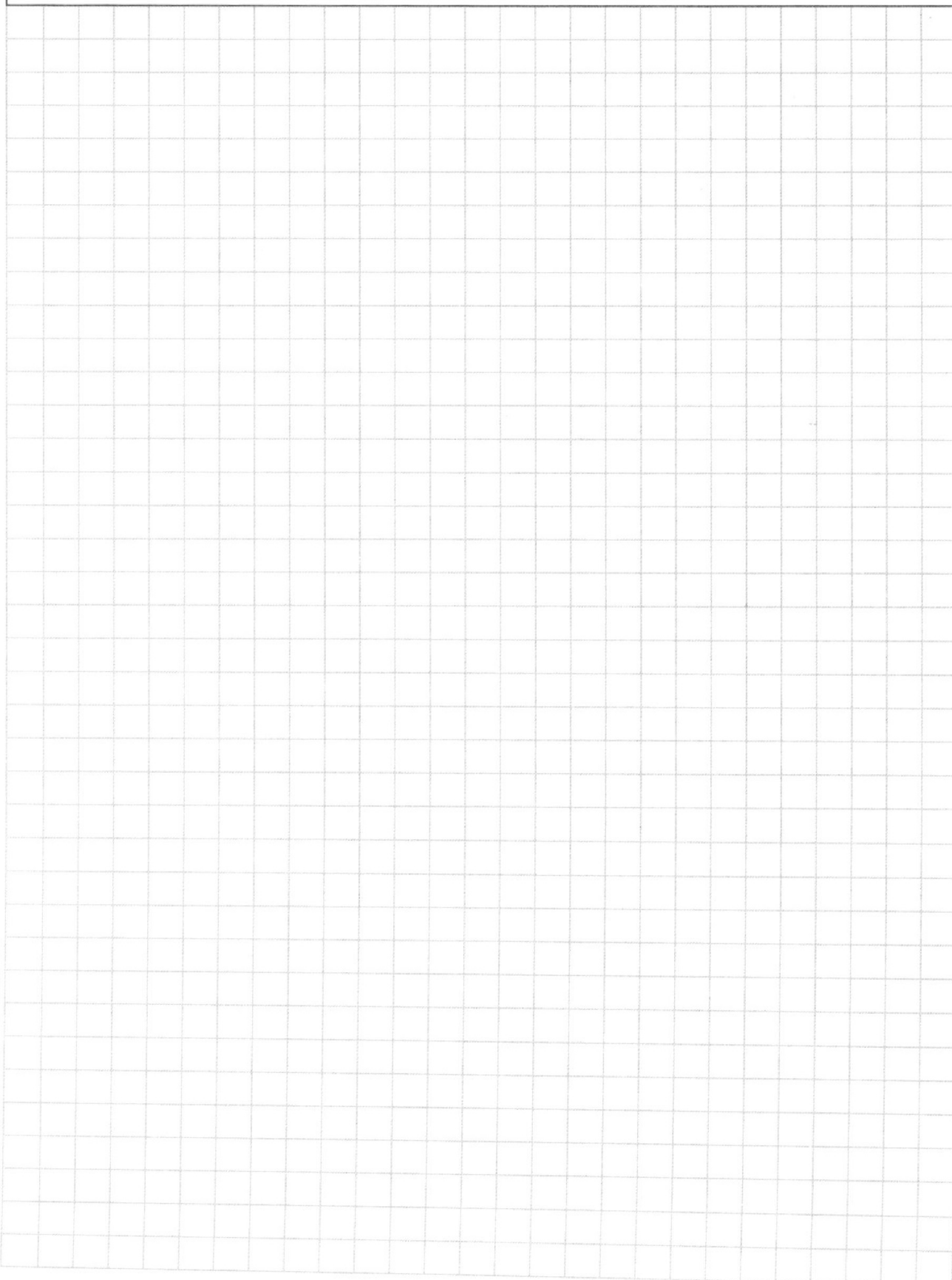
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

$$I_R R = E \Rightarrow \frac{3LI_0^2}{2} + LI_{20}^2 = LI_0^2 \left(\frac{24+9}{16} \right) = \frac{33}{8}$$

$$\frac{LI_0^2}{2} = \frac{LE^2}{2R^2}$$

$$\frac{33}{16} LI_0^2 = \frac{33LE^2}{361R^2}$$

$$\beta = \frac{14}{18} \alpha$$

$$n_1 \alpha = n_2 \beta \Rightarrow 14\alpha = 17\beta$$

$$n_2(\alpha - \beta) = \frac{3}{18} n_2 \alpha = \frac{3}{18} \cdot 17\alpha = 0.3\alpha$$

$$L = \frac{\frac{1}{2} - \frac{33}{361}}{\frac{361-66}{822}} = \frac{295}{822}$$

$$\frac{104.3}{10} = \frac{3.2}{10}$$

$$190 + 165$$

$$19.5 = 50 + 45$$

$$3I_1 R + 3I_1' L = 4I_2 R + 2I_2' L = LI_2' = E - I_2 R = E - (I_1 + I_2 + I_1') R$$

$$\int (E - I_2 R) = \int 3I_1 R + 3I_1' L = \int 4I_2 R + 2I_2' L$$

$$3q_1 R + 3I_1 L = 4q_2 R + 2I_2 L$$

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

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

$$E_1 = \frac{U_1}{d} \quad E_2 = \frac{U_2}{2d}$$

$$E_1 = \frac{U}{d} \quad E_2 = \frac{3U}{2d}$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \Rightarrow C = 3C_0$$