

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

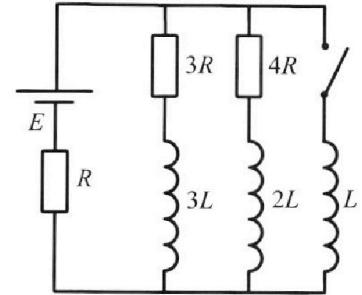
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



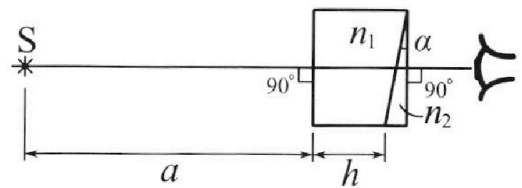
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числителями и знаменателями 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.



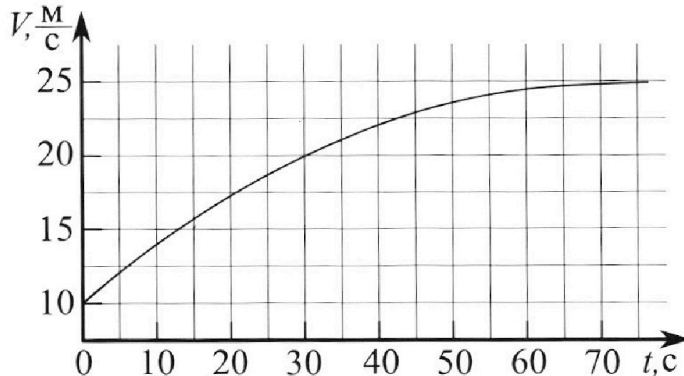
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

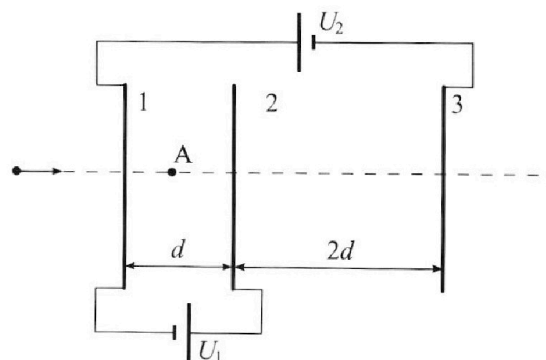
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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

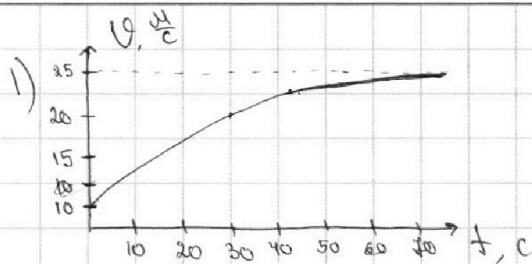
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



≈ 0.1
 Пусть a_0 - ускорение автомобиля в начале разгона. Из графика получаем, что $a_0 \approx \frac{5}{12} \frac{m}{c^2}$ (ускорение - производная скорости \Rightarrow чтобы найти a_0 нужно провести касательную к точке $(0; 10)$; за касательную в этой точке принята прямая, проходящая через $(30; 22.5)$)

Ответ: $\frac{5}{12} \frac{m}{c^2}$

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

$$F_r - kv_r = ma_r \text{ по II закону Ньютона}$$

Заметим, что из графика $a_r \approx 0 \frac{m}{c^2}$, $v_r \approx 25 \frac{m}{c}$ (a_r найдено аналогично пункту 1), значит:

$$k = \frac{F_r}{v_r} = \frac{600}{25} = 24 \frac{H \cdot c}{m}$$

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

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

Ответ: $F_0 = 865 \text{ H}$

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

Ответ: $P_0 = 8650 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7



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 моль, улетевшего газа в газобразном состоянии (в верхней и нижней части) до установившегося соответствия (из закона Менделеева-Клапейрона следует, что количество водяных паров при комнатной температуре пренебрежимо мало, т.е. пренебрежимо мало их давлении по условию), тогда:

$$\begin{cases} \frac{P_{\text{атм}} V}{8} = \nu_r RT_0 \\ \frac{P_{\text{атм}} V}{8} = \nu_{gr} RT_0 \end{cases}$$

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 улетевшего газа, в канале расширено в воде (из условия следует, что при температуре T он весь испарился), P_{gr} - давление улетевшего газа при температуре T , тогда:

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

объем ~~улетевшего~~ улетевшего газа из условия равен $V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$

$$\left(\frac{P_{\text{атм}} V}{8 RT_0} + \frac{k P_{\text{атм}} V}{8} \right) RT = \frac{11}{20} P_{gr} V \quad \text{из пункта 1 и по закону Гейера}$$

$$\frac{P_{\text{атм}} RT}{8} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) = \frac{11}{20} P_{gr}$$

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

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

$$P_{gr} = \frac{5 P_{gr} RT}{V} - P_{\text{атм}}$$

$$P_{gr} = P_{\text{атм}} \left(\frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \quad \text{т.д. } \nu_r = \frac{P_{\text{атм}} V}{4 RT_0} \quad \text{по пункту 1}$$

$$\text{III. Из пунктов I и II: } \frac{P_{\text{атм}} RT}{8} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) = \frac{11}{20} P_{\text{атм}} V \left(\frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \Rightarrow \frac{RT}{8} + \frac{T}{8T_0} = \frac{11}{20} \left(\frac{5T}{4} - T \right) = \frac{11}{20} \left(\frac{5T - 4T}{4} \right) = \frac{11}{20} \cdot \frac{T}{4} = \frac{11T}{80}$$

$$\Rightarrow \frac{RT}{8} + \frac{T}{8T_0} = \frac{11T}{80} \Rightarrow \frac{RT}{8} = \frac{11T}{80} - \frac{T}{8T_0} = \frac{11T}{80} - \frac{10T}{80T_0} = \frac{T}{80} \left(11 - \frac{10}{T_0} \right)$$

Ответ: $T/T_0 = 59/46$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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

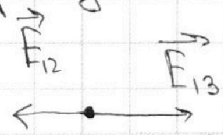
№ ~ 03 Пусть E_{12}, E_{23}, E_{13} - напряжённости, создаваемые сетками 1 и 2, 2 и 3, 1 и 3 соответственно, тогда:

$$\begin{cases} U_1 = E_{12}d \\ U_2 = 3E_{13}d \\ U_1 + U_2 = 2E_{23}d \end{cases}$$

Используем условие:

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

Нарисуем векторы напряжённости между сетками 1 и 2:

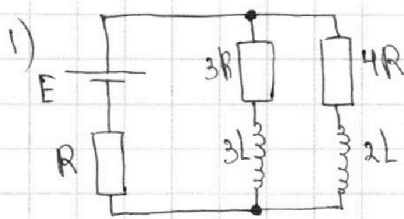


(там где E_2 ближе к полю между сетками 2 и 3, т.е. векторы напряжённости, создаваемые пластинами компенсируют друг друга $E_{12} = E_{13} \Rightarrow$ суммарный вектор напряжённости там равен 0 \Rightarrow ускорений у электроны там не будет)

Ответ: $0 \frac{U}{d}$

- 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:

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

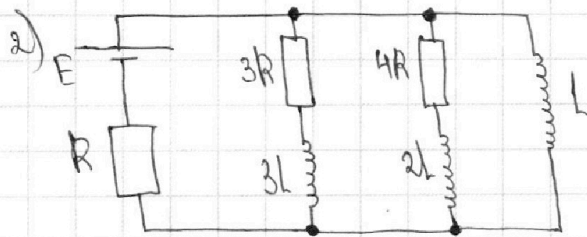
$$IR + 3I_{10}R = E \quad \text{по II правилу Кирхгофа}$$

На катушках нулевые напряжения, т.к. сказано, что все элект. об. идеальные, а режим в цепи установленный

Из (1): $I_{20} = \frac{3}{4}I_{10} \Rightarrow$ за счет ветви (2) $I = \frac{7}{4}I_{10} \Rightarrow$ за счет (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:

$$\begin{cases} \varepsilon = E - IR, & \text{т.к. напряжения еще не установились} \\ \varepsilon = LI_0' & \text{по формуле напряжения на катушке} \end{cases}$$

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

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

Ответ: $\frac{12E}{19L}$

3) $I \cdot \frac{3LI_{10}^2}{2} + LI_{20}^2 = -A_{\text{ист}} + Q_1 + Q_2 + \frac{LI_0'^2}{2}$ по закону сохранения энергии, где $A_{\text{ист}}$ - работа источника до установления режима после замыкания ключа, Q_1, Q_2 - теплоты, выделившиеся на резисторах с сопротивлениями $R, 3R, 4R$ соответственно, и по формуле энергии магнитного поля катушки

т.к. $3I_1R + 3I_1'L = 4I_2R + 2I_2'L$, т.к. напряжения при параллельном соединении равны, где I_1, I_2 - токи через резисторы с сопротивлениями $3R, 4R$ соответственно

$\int_0^\infty (3I_1R + 3I_1'L) = \int_0^\infty (4I_2R + 2I_2'L)$ - интегрируем по времени

$\int_0^\infty 3I_1R + \int_0^\infty 3I_1'L = \int_0^\infty 4I_2R + \int_0^\infty 2I_2'L$

Заметим, что $\int_0^\infty 3I_1'L = \int_0^\infty 2I_2'L = 0$, т.к. это будет весь заряд, протекающий через соответствующий резистор, за все время, то есть за бесконечность, значит, обе величины стремятся к 0

$\int_0^\infty 3I_1R = \int_0^\infty 4I_2R$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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 установления режима после замыкания ключа по пунктам 1 и 1 и этой формуле:

$$\frac{33LE^2}{361R} = -A_{\text{ист}} + Q + Q_1 + Q_2 + \frac{LE^2}{2R^2}$$

$$\frac{295LE^2}{422R^2} + Q + Q_1 + Q_2 = A_{\text{ист}}$$

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

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

$\Rightarrow P_2 = 4I_2^2 R = \frac{9}{4} I_1^2 R = \frac{9}{4} \cdot \frac{3}{12} \cdot 3I_1^2 R = \frac{27}{4} P_1$, где P_1, P_2 - мощность резисторов с сопротивлением $3R, 4R \Rightarrow$

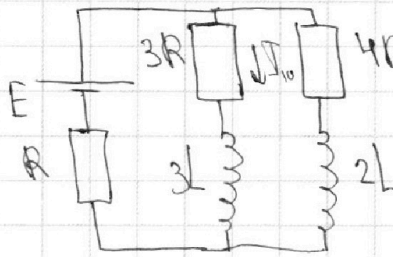
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

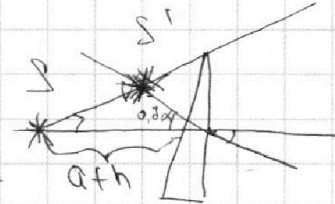
- 1 2 3 4 5 6 7



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

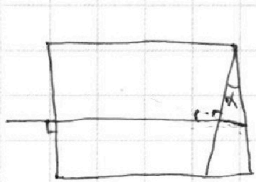


$$1) \begin{cases} I_{10} + I_{20} = I \\ IR + 3I_{10}R = E \\ IR + 4I_{20}R = E \end{cases}$$



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

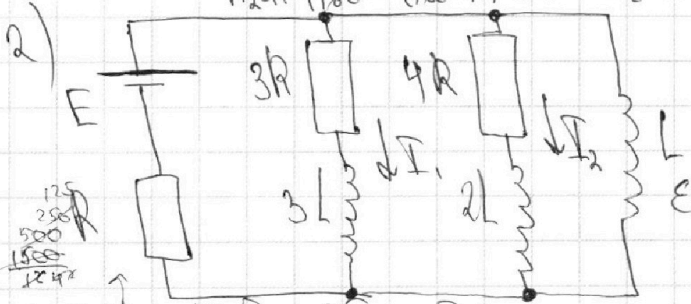
$$\beta = \frac{\alpha}{n_2}$$



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta = \sin \alpha_2$$

$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10} \Rightarrow I = \frac{7}{4} I_{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = \frac{7}{4} I_{10} R + 3 I_{10} R = \frac{19}{4} I_{10} R = \frac{19}{4} I_{10} R \Rightarrow I_{10} = \frac{4E}{19R}$$



$$\varphi = LI_0$$

$$E = LI_0'$$

$$E = E - I_0 R =$$

$$\frac{22,5 - 10}{30} = \frac{12,5}{30} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12}$$

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$I_0' = \frac{15E}{19L}$$

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

$$\frac{12,5}{30} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12} \quad E - \frac{4}{9} I_0 R = E - \frac{4}{9} \cdot \frac{4E}{19R} R =$$

$$\frac{22,5 - 10}{6} = \frac{12,5}{6} = \frac{25}{12} \quad E = \frac{12}{19} E$$

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

$$\frac{3LI_1^2}{2} + LI_2^2 = \frac{LI_0^2}{2} + Eq + Q + Q_1 + Q_2$$

$$750 + 240 = 990$$

$$\frac{104,07}{10} = 10,407$$

$$\frac{15}{30} = 0,5$$

$$F_0 - kV_0 = ma_0$$

$$F_k = kV_k \Rightarrow k = \frac{600}{25} = \frac{100 \cdot 6}{25} = 4 \cdot 6 = 24$$

$$F_0 - 24V_0 = ma_0 = F_0 - 240 = 750 \Rightarrow F_0 = 990$$

$$P_0 = F_0 V_0 = 9900/4 = 2475$$

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

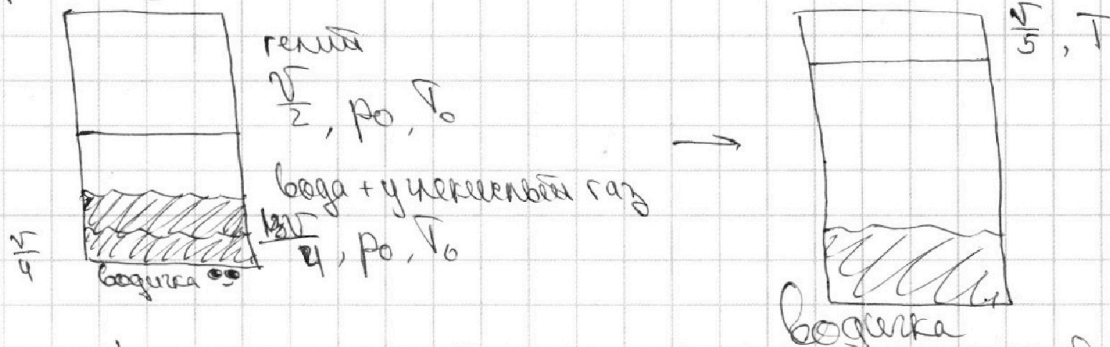
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 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!

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$



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

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

$$2V_{\text{гр}} RT_0 = \frac{p_0 V}{4} = \frac{5 p_{\text{атм}} V}{8} \Rightarrow$$

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

$$2V_r RT_0 = \frac{p_{\text{атм}} V}{4} = \frac{p_{\text{атм}} V}{8} \cdot 2 = 2V_{\text{гр}} RT_0 \Rightarrow 2V_{\text{гр}} = V_r \Rightarrow V_r = \frac{p_{\text{атм}} V}{4 \Delta T}$$

$$(2V_r + \Delta V) RT = \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V$$

$$2V_r RT = \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V = \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V = \frac{11}{5} \cdot \frac{p_{\text{атм}} V}{4} = \frac{11}{5} \cdot 2V_r RT_0 = \frac{22}{5} V_r RT_0$$

$$2V_r RT = \frac{1}{5} (p_n + p_{\text{гр}}) V = \frac{p_{\text{атм}} V}{5} + \frac{p_{\text{гр}} V}{5} \Rightarrow p_{\text{гр}} = \frac{5}{V} (2V_r RT - \frac{p_{\text{атм}} V}{5})$$

$$p_n = p_{\text{атм}}$$

$$2V_r + \Delta V = \frac{k p_{\text{атм}} V}{8} + \frac{p_{\text{атм}} V}{8 RT_0} = \frac{p_{\text{атм}} V}{8} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

$$(2V_r + \Delta V) RT = \frac{p_{\text{атм}} V RT}{8} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{гр}} V$$

$$\frac{p_{\text{атм}} RT}{8} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{гр}} = \frac{11}{20} \cdot \frac{5}{V} \left(2V_r RT - \frac{p_{\text{атм}} V}{5} \right)$$

$$= \frac{11}{4} \left(\frac{p_{\text{атм}} RT}{4 RT_0} - \frac{p_{\text{атм}}}{5} \right) = \frac{11 p_{\text{атм}}}{4} \left(\frac{T}{4 RT_0} - \frac{1}{5} \right)$$

$$\frac{k RT}{8} + \frac{T}{8 RT_0} = \frac{11 T}{16 RT_0} - \frac{11}{20} \quad \frac{1}{20} \cdot \frac{16^4}{9} \quad \frac{5 RT}{8} \cdot \frac{p_{\text{атм}} V}{4 RT_0} = \frac{5 p_{\text{атм}} V}{4} \cdot \frac{1}{8}$$

$$\frac{11-2}{16} \cdot \frac{T}{RT_0} = \frac{9}{16} \cdot \frac{T}{RT_0} = \frac{k RT}{8} + \frac{11}{20} \Rightarrow 9 \frac{T}{RT_0} = 2k RT + \frac{44}{5} \quad \frac{11}{20} \cdot \frac{16^4}{9} = \frac{4}{3}$$

85°C



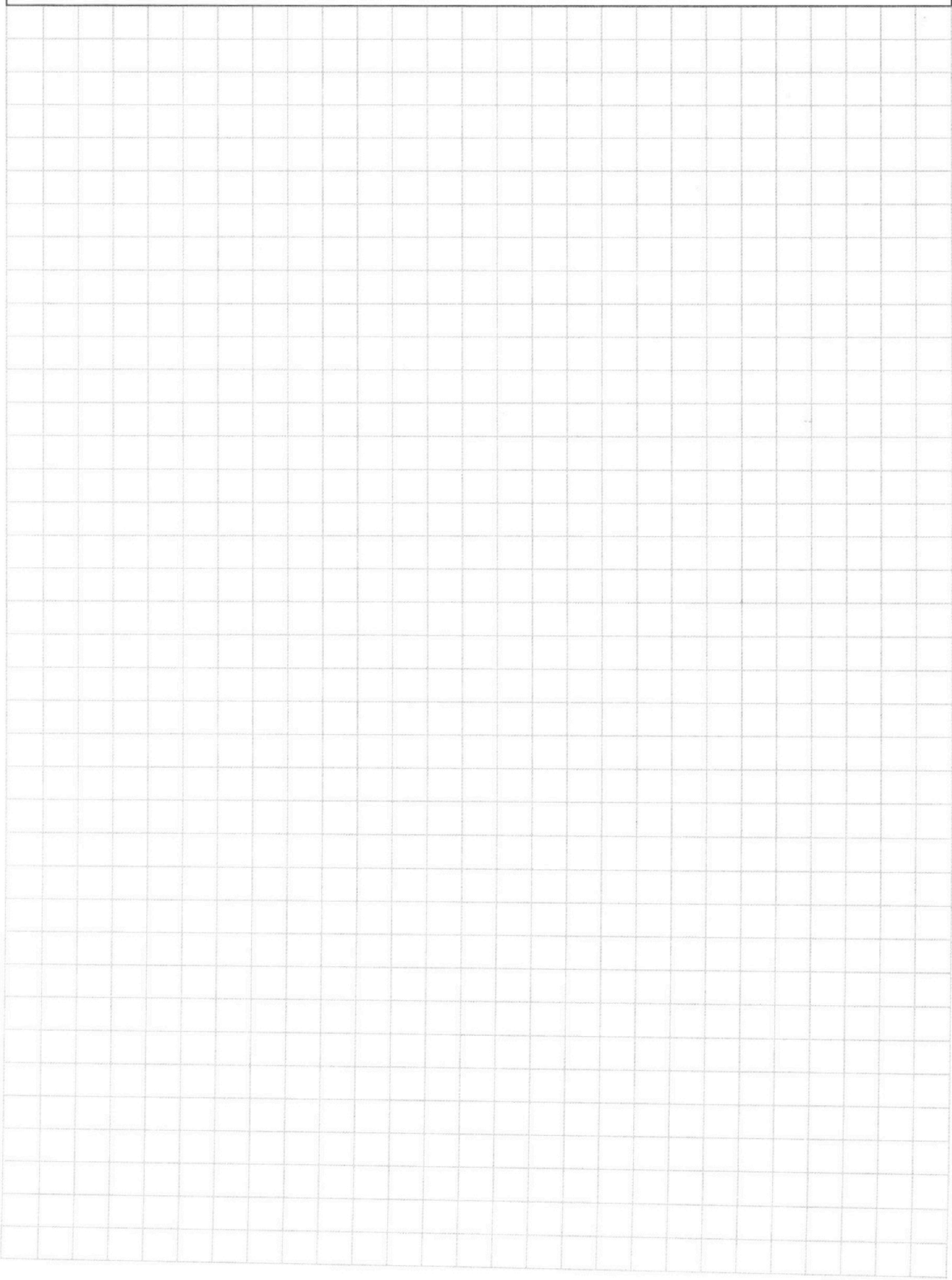
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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!

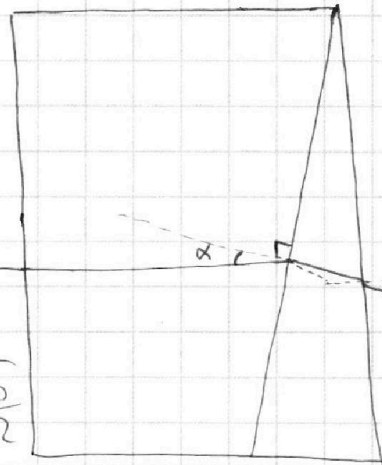


$$\begin{aligned} I_R R &= E \\ \frac{3I_{10}^2}{2} + I_{20}^2 &= \\ \frac{LI_{10}^2}{2} &= \frac{LE^2}{2R^2} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{3LI_{10}^2}{2} + \frac{9}{16}LI_{10}^2 = LI_{10}^2 \left(\frac{24+9}{16} \right) = \frac{33}{8}E^2$$

$$\frac{33}{16}LI_{10}^2 =$$

$$\begin{aligned} &= \frac{33}{16}L \cdot \frac{16E^2}{16R^2} = \\ &= \frac{33LE^2}{16R^2} = \end{aligned}$$



$$\beta = \frac{14}{17}\alpha$$

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

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

$$= f = \frac{3}{17} \cdot 17\alpha = 0.3\alpha$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{\frac{1}{2} - \frac{33}{361}}{\frac{361-66}{822}} = \frac{295}{822} \\ \frac{104.3}{10} &= \frac{312}{10} \end{aligned}$$

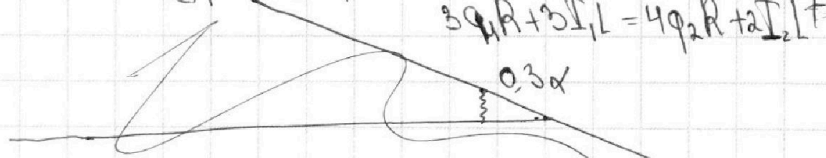
$$190 + 165$$

$$19.5 = 50 + 45$$

$$\begin{aligned} 3I_1 R + 3I_1' L &= 4I_2 R + \\ + 2I_2' L &= LI_2' = \\ = E - I_2 R &= E - (I_1 + I_2 + I_1') R \end{aligned}$$

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

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



$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{U_1}{d} & E_{\alpha} &= \frac{U_2}{2d} \\ E_1 &= \frac{U}{d} & E_2 &= \frac{3U}{2d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{U}{d} \\ E_2 &= \frac{3U}{2d} = \frac{U}{d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \Rightarrow \\ C &= 3C_0 \end{aligned}$$

