

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

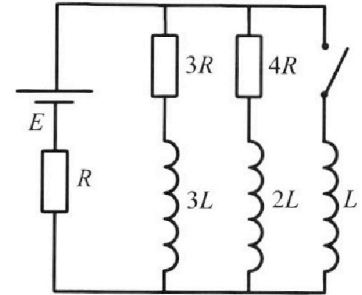
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



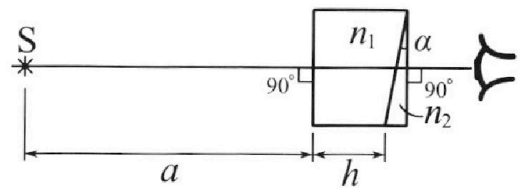
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



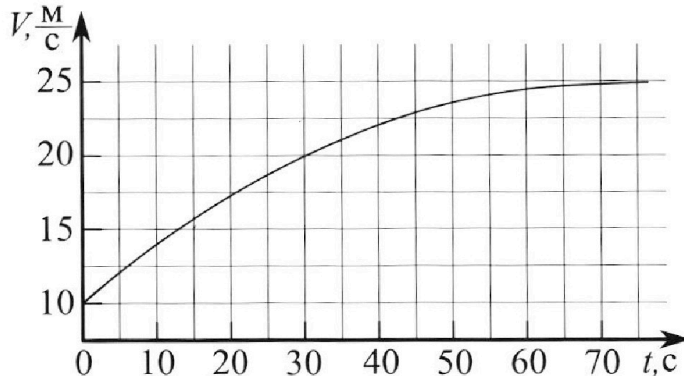
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

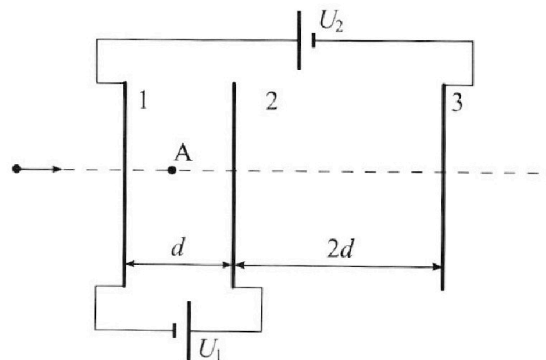
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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.

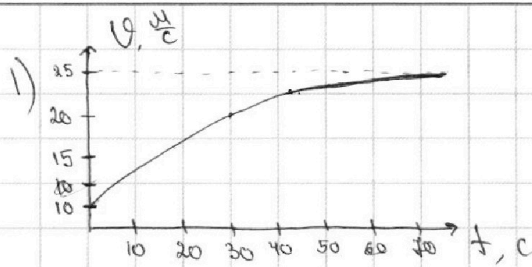
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



$\sim 0.1$   
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:

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

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

$$F_0 = ma_0 + kv_0 = 1500 \cdot \frac{5}{12} + 24 \cdot 10 = \cancel{425} + 240 = 625 + 240 = 865 \text{ H}$$

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  $\nu_r, \nu_{gr}$  - количества моль, утекшего газа в газоразном 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 утекшего газа, в канале расширено в воде (из условия следует, что при температуре  $T$  он весь испарился),  $P_{gr}$  - давление утекшего газа при температуре  $T$ , тогда:

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

Объем ~~у~~ утекшего 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 незначительности порции и состояния пара  $p_r = p_n + p_{gr} \Rightarrow \nu_r RT = \frac{1}{5} (p_n + p_{gr}) V$  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  $100^\circ \text{C}$  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:

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

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

$$\text{III. Из пунктов I и II: } \frac{P_{\text{атм}} RT}{8} \left( k + \frac{1}{RT_0} \right) = \frac{11}{20} P_{\text{атм}} \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \Rightarrow \frac{RT}{8} + \frac{T}{8T_0} = \frac{11T}{40} - \frac{11T_0}{40}$$

$$= \frac{11T}{40} - \frac{11T_0}{40} \Rightarrow \frac{RT}{8} = \frac{11T}{40} - \frac{11T_0}{40} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{11}{8} + \frac{11}{40} = \frac{22}{8} + \frac{11}{40} = \frac{55}{20} + \frac{11}{40} = \frac{110}{40} + \frac{11}{40} = \frac{121}{40} = \frac{59}{45}$$

**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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input 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!

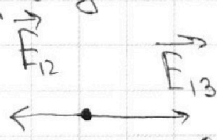
№  
Пусть  $E_{12}, E_{23}, E_{13}$  - напряжённости, создаваемые сетками  
1 и 2, 2 и 3, 1 и 3 соответственно, тогда:

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

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

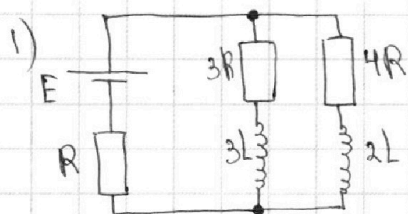
2 и 3, т.е. векторы напряжённости, создаваемые пласти-  
нами компенсируют друг друга

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

Ответ:  $0 \frac{M}{C^2}$

- 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:

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

по II правилу Кирхгофа

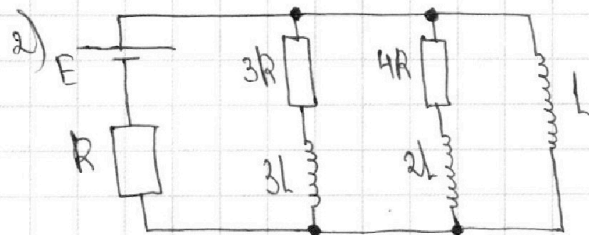
$$IR + 3I_{10}R = E$$

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  $\varepsilon, I_0$  - напряжение, ток через катушку с индуктивностью  $L$  соответственно, тогда:

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

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

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

**Ответ:**  $\frac{12E}{19L}$

3)  $I \cdot \frac{3LI_{10}^2}{2} + LI_{20}^2 = -A_{\text{ист}} + Q_1 + Q_2 + \frac{LI_{20}^2}{2}$  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

и по формуле энергии магнитного поля катушки

$$I \cdot 3I_1 R + 3I_1^2 L = 4I_2 R + 2I_2^2 L, \text{ т.к. напряжения при параллельном соединении равны, где } I_1, I_2 - \text{токи через резисторы с сопротивлениями } 3R, 4R \text{ соответственно}$$

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

$\int_0^\infty 3I_1 R + \int_0^\infty 3I_1^2 L = \int_0^\infty 4I_2 R + \int_0^\infty 2I_2^2 L$

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

$\int_0^\infty 3I_1 R = \int_0^\infty 4I_2 R$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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

$Q_2 = \frac{3}{4} Q_1$   ~~$Q_1 = Q_2$~~   ~~$Q_1 = 4Q_2$~~

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  
 $3I_1' L = 2I_2' L \Rightarrow I_2 = \frac{3}{2} I_1$ , 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:

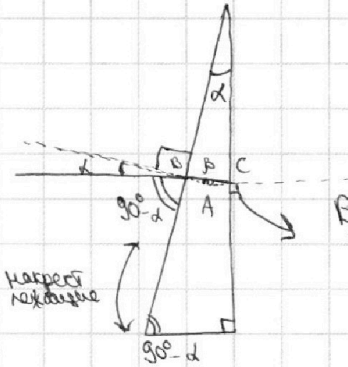
1  2  3  4  5  6  7



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



1)  $n_1 = n_2$ , а рассматриваемый  $60^\circ$  угол  $\alpha$  перпендикулярен левой грани стекла, то есть на левой грани направление хода не изменит  $\Rightarrow$  можно считать, что первая призма вообще нет, тогда:



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

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

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

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

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

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

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

B - точка первого преломления  
AC перпендикулярно правой грани стекла  
C - точка второго преломления  
A - точка, что для AC выполнено условие выше,  $\angle CBA = \beta$ , где  $\beta$  — угол преломления (второй)

**Ответ:  $0,7 \text{ рад}$**

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

построение построением  $S'$  — изображением  $S$ : нужно перевернуть  $S$  относительно  $SC$  и получить  $S'$  — изображение  $S$  относительно  $SC$ . Нужно перевернуть  $S$  относительно  $SC$  и получить  $S'$  — изображение  $S$  относительно  $SC$ . Нужно перевернуть  $S$  относительно  $SC$  и получить  $S'$  — изображение  $S$  относительно  $SC$ .

**Ответ:  $72,8 \text{ мм}$**

3) аналогично находим угол отклонения по же пути:  $0,3 \alpha$   
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:  $31,2 \text{ мм}$**



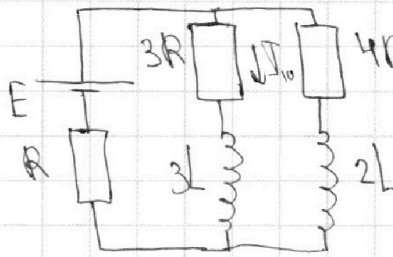
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

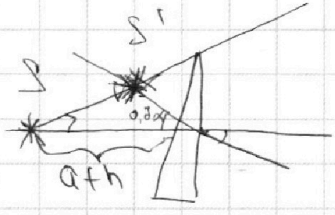
1     2     3     4     5     6     7



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

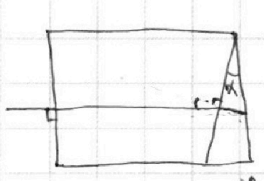


$$1) \begin{cases} I_{10} + I_{20} = I \\ IR + 3I_{10}R = E \\ IR + 4I_{20}R = E \end{cases}$$



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

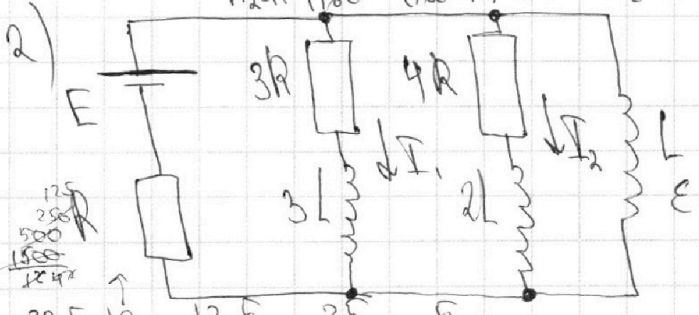
$$\beta = \frac{\alpha}{n_2}$$



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

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

$$\Rightarrow E = \frac{4}{4} I_{10}R + 3I_{10}R = \frac{4+12}{4} I_{10}R = \frac{16}{4} I_{10}R \Rightarrow I_{10} = \frac{4E}{19R}$$



$$\varphi = LI_0$$

$$E = LI_0'$$

$$E = E - I_0 R =$$

$$= LI_0' =$$

$$I = I_0 + I_1 + I_2$$

$$I_0 = \frac{15E}{19R}$$

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

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

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

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

$$3I_1 R + 3LI_1^2 = 4I_2 R + 2LI_2^2 \Rightarrow E + (I_1 + I_2)$$

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

$$750 + 240 = 990$$

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

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

$$F_0 - kV_0 = ma_0$$

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

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

$$P_0 = F_0 V_0 = 9900/4 = \frac{8000 + 1000 + 100}{4} = 2250 + 225 = 2475$$

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

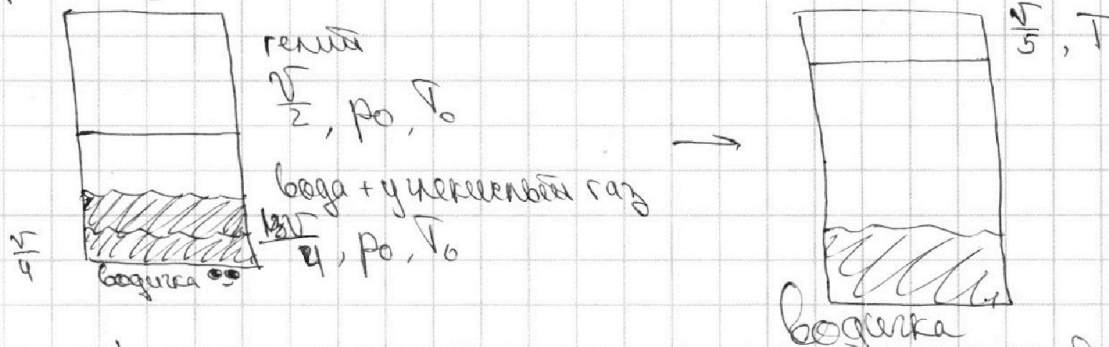
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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,  $p$  - парциальное давление газа  
 $k = 0,5 \cdot 10^{-3}$   
 $AT = 3 \cdot 10^3$

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

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

$$V_r RT_0 = \frac{p_{\text{атм}} V}{4} = \frac{p_{\text{атм}} V}{8} \cdot 2 = 2 V_{\text{гр}} RT_0 \Rightarrow 2 V_{\text{гр}} = V_r \Rightarrow V_r = \frac{p_{\text{атм}} V}{4 AT_0}$$

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

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

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

$$p_r = p_{\text{атм}}$$

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

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

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

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

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

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

85°C



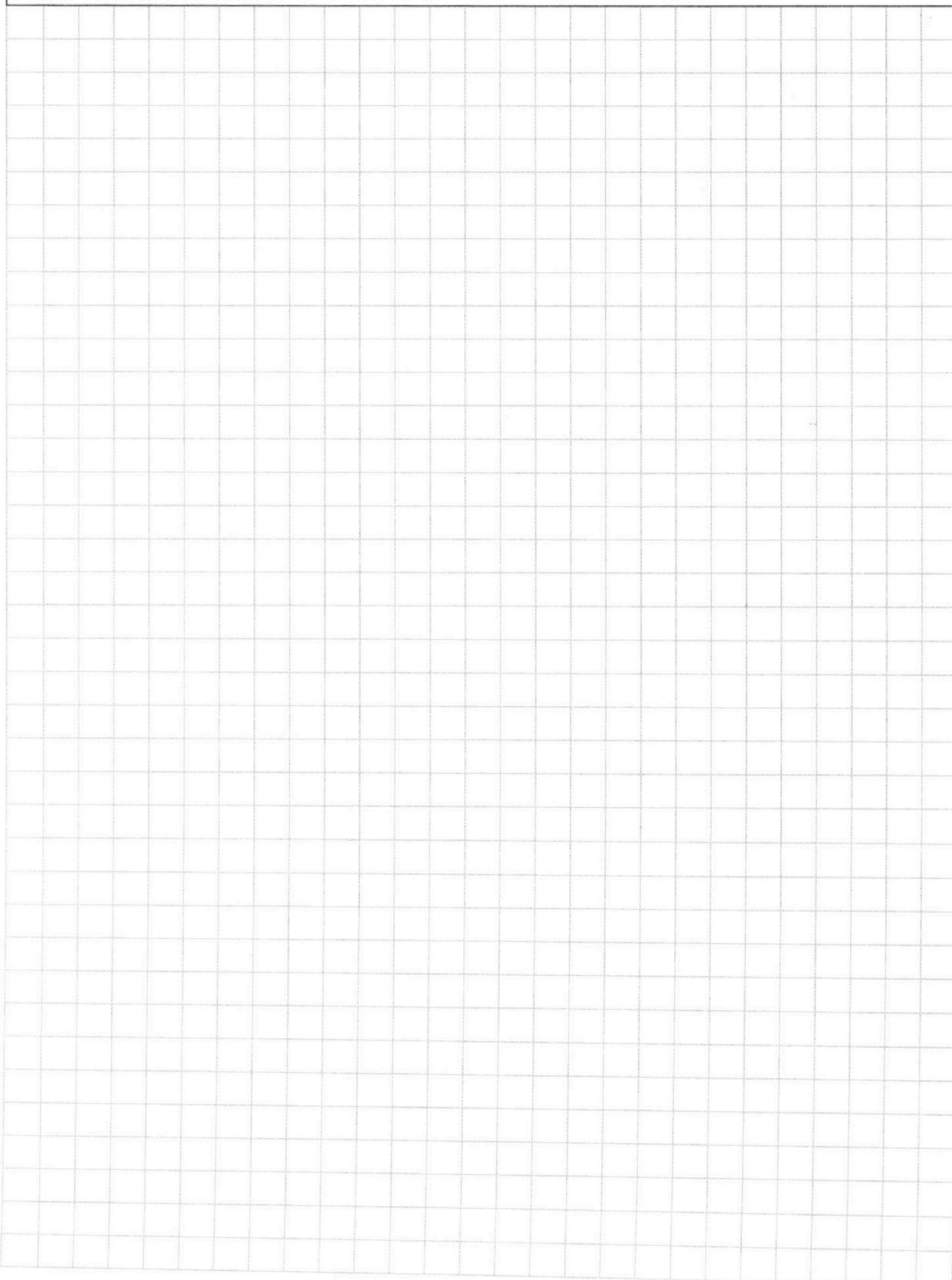
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

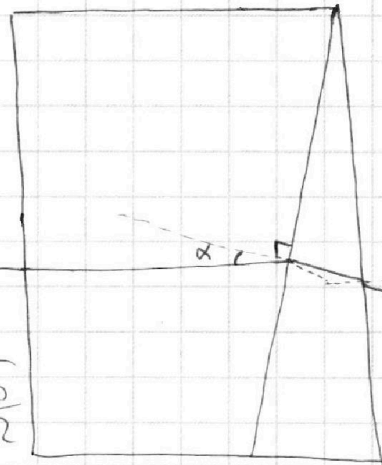


$$\begin{aligned} I_R R &= E \\ \frac{3I_{10}^2}{2} + I_{20}^2 &= \\ \frac{LI_{10}^2}{2} &= \frac{LE^2}{2R^2} \end{aligned}$$

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

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

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



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

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

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

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

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

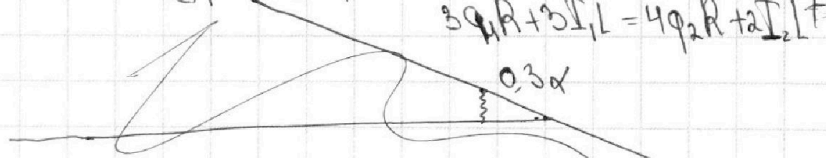
$$190 + 165$$

$$19.5 = 50 + 45$$

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

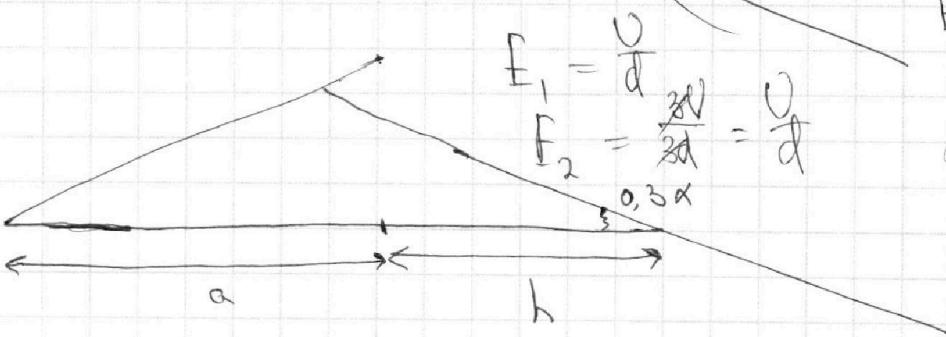
$$\int (E - I_1 R) = \int 3I_1 R + 3I_1' L = \int (4I_2 R + 2I_2' L)$$

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



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

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



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