

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

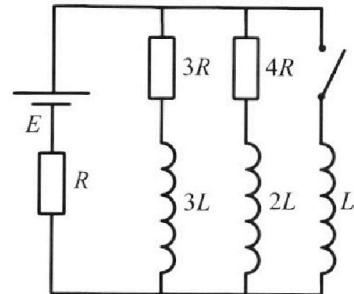


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

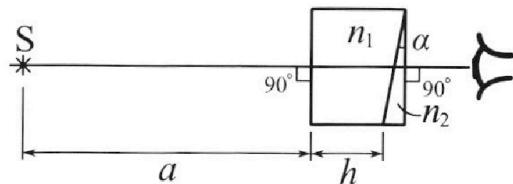
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числами и 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



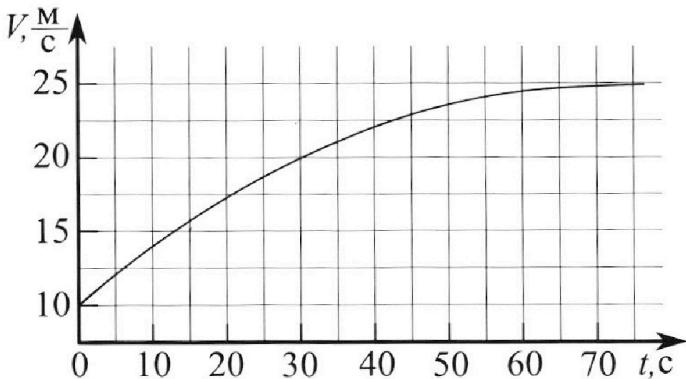
Вариант 11-03

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%.



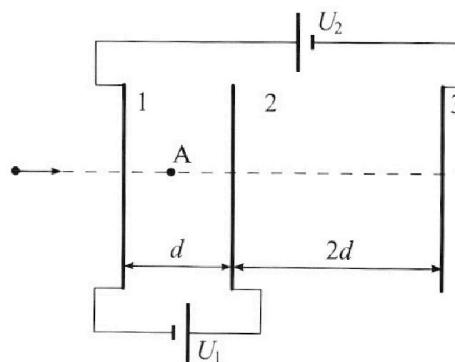
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. 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,

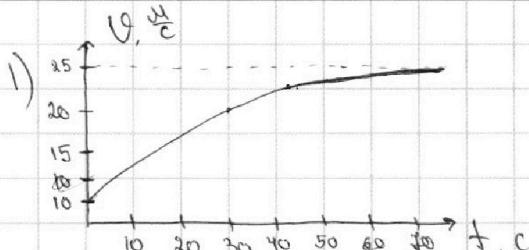
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!



(0; 10); за исходную в этой точке приведена, проходящую через $(30; 22,5)$)

Ответ: $\frac{5}{12} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

2) Пусть F - раздражающее прерывистое действие силы сопротивления, V_r - начальная скорость автомобилей, a_r - постоянное ускорение автомобилей, тогда:

$F_r = kV_r$ - law по II закону Ньютона
Значит, что из графика $a_r \approx 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $V_r \approx 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (a_r найдено в предыдущем пункте)

$$k = \frac{F_r}{V_r} = \frac{625}{25} = 25 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$F_o = kV_o$ - law по II закону Ньютона

$$F_o = m_o + kV_o = 1500 \cdot \frac{5}{12} + 25 \cdot 10 = 625 + 250 = 865 \text{ Н}$$

Ответ: $F_o = 865 \text{ Н}$

3) $P_o = F_o V_o = 865 \cdot 10 = 8650 \text{ Вт}$ по формуле馬

Ответ: $P_o = 8650 \text{ Вт}$

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

~ 2

1) Пусть v_r, v_{yr} - количества газа, упарившегося в газоразделном сепараторе (в верхней и нижней частях) до температуры T . Из закона Менделеева-Кландротта следует, что количество водяных паров при температуре T неизменно мало, т.к. Прекосрежденно мало их для выполнения условия по уравнению), тогда:

$$\begin{aligned} \frac{P_{\text{атм}}V}{8} &= v_r RT_0 \\ \frac{P_{\text{атм}}V}{8} &= v_{yr} RT_0 \end{aligned} \quad \text{из условия и по закону Менделеева-Кландротта} \Rightarrow v_r = 2 v_{yr} \Rightarrow \frac{v_r}{v_{yr}} = 2$$

Ответ: 2

2) I. Пусть ΔV - количество упаренного газа, в начале рассмотревшего в ваге (из условия следует, что при температуре T он весь испарился), $P_{\text{атм}}$ - давление упаренного газа при температуре T , тогда:

$$(v_{yr} + \Delta V) RT = \frac{11}{20} P_{yr} V \text{ по закону Менделеева-Кландротта и Г.Р.} \\ \text{общий } \frac{\Delta V}{20} \text{ упаренного газа из условия равен} \\ T - \frac{11}{5} - \frac{2}{4} = \frac{11}{20} V$$

$$\left(\frac{P_{\text{атм}}V}{8 RT_0} + \frac{k P_{\text{атм}}V}{8} \right) RT = \frac{11}{20} P_{yr} V \text{ из пункта 1 и по закону Гей-Л$$

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

II. Пусть P_n, P_r - давления пара, which при температуре T соответствует, тогда в сухом газе концентрации паров и состояния паров $P_r = P_n + P_{yr} \Rightarrow v_r RT = \frac{1}{5} (P_n + P_{yr}) V$ по закону Менделеева-Кландротта

Задано, что $T = 373K = 100^\circ C \Rightarrow P_n = P_{\text{атм}} - \text{избыточное паровое давление} (\text{на газе при температуре } 100^\circ C \text{ давление насыщенных водяных паров равно } P_{\text{атм}}, \text{ но если сказать, что упариваются водяные пары, а общее давление паров неизменится, из чего можно сделать вывод, что есть пар насыщенный, то есть его давление равно } P_{\text{атм}}), \text{ тогда:}$

$$P_{yr} = \frac{5 v_r RT}{T} - P_{\text{атм}} \\ P_{yr} = P_{\text{атм}} \left(\frac{5T}{4T_0} - 1 \right), \text{т.к. } v_r = \frac{P_{\text{атм}}V}{4 RT_0} \text{ по пункту 1} \\ \text{III. из пунктов I и II: } \frac{P_{\text{атм}}RT}{8 RT_0} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) = \frac{11}{20} P_{\text{атм}} \left(\frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \Rightarrow \frac{RT}{8} + \frac{T}{8T_0} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 0.5 \cdot 10^3}{8 \cdot 3} + \frac{11}{45} = \frac{15+14}{45} = \frac{50}{45}$$

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!

некор

Число E_{12}, E_{23}, E_{13} - напряжения, создаваемые стяжками
1 и 2, 2 и 3, 1 и 3 соответственно, тогда:

$$U_{12} = F_{12}d$$

$$U_2 = F_{13}d$$

$$U_1 + U_2 = 2F_{23}d$$

Использовано условие:

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

Нарисованы векторы напряжений между стяжками 1 и 2:



(так как есть F_2 больше чем между стяжками 2 и 3, то вектора напряжений, создаваемые пластинами компенсируют друг друга)

$F_2 = F_3 \Rightarrow$ суммарный вектор напряжения в точке 0 \Rightarrow
 \Rightarrow ускорение в точке 0 не будет

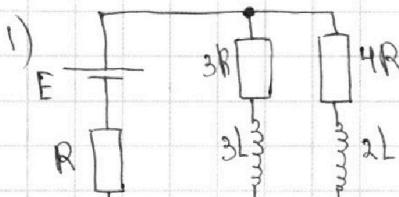
[ответ: 0 $\frac{m}{s^2}$]



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



последовательно с параллельными R , $4R$ соединены
вместе, тогда:

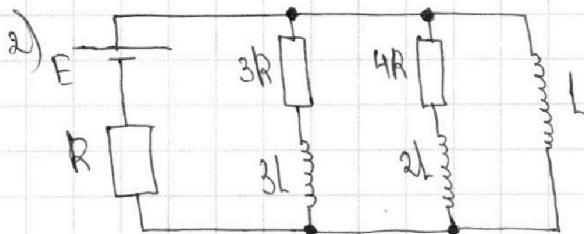
$$\begin{cases} I_{10} + I_{20} = I_1 \text{ по I правилу Кирхгофа} \\ 3I_{10}R = 4I_{20}R \text{ (1), т.к. напряжения при параллельных соединениях равны} \end{cases}$$

$$IR + 3I_{10}R = E \quad (2) \text{ по II правилу Кирхгофа}$$

На катушках нулевые напряжения, т.к. стационар, что все токи
но идеальные, а режим в цепи установившийся

$$\text{УЗ (1)}: I_{20} = \frac{3}{4}I_{10} \Rightarrow \text{за счёт второго} I = \frac{4}{4}I_{10} \Rightarrow \text{за счёт (2)}: I_{10} = \frac{4E}{19R}$$

Ответ: $I_{10} = \frac{4E}{19R}$



последовательно с параллельным L соединены, тогда:

$$\begin{cases} E = E - IR, \text{ т.к. напряжение есть не через} \\ \text{параллельное соединение, то правило Кирхгофа} \\ E = LI' \text{ по формуле напряжений на} \end{cases}$$

из пункта 1: $E = \frac{12}{19}E \Rightarrow$ из симметрии: катушки

$$I_1 = \frac{12E}{19L} - \text{источник симметрии}$$

Ответ: $\frac{12E}{19L}$

3) $I \cdot \frac{3LI'^2}{2} + LI'^2 = -A_{11}I + Q + Q_1 + Q_2 + \frac{LI^2}{2}$ по закону сохранения энергии, где A_{11} - работа магнитного поля установившегося режима после замыкания контура, Q, Q_1, Q_2 - генераторы, выделившиеся на резисторах с сопротивлениями R , $3R$, $4R$ соответственно, и по фазовому зондированию поля катушки

II. $3I_1R + 3I'_1L = 4I_2R + 2I'_2L$, т.к. напряжения при параллельном соединении равны, где I_1, I_2 - токи через резисторы с сопротивлениями $3R$, $4R$ соответственно

$$\int (3I_1R + 3I'_1L) = \int (4I_2R + 2I'_2L) - \text{интегрируем по времени}$$

$$\int 3I_1R + \int 3I'_1L = \int 4I_2R + \int 2I'_2L$$

Заметим, что $\int 3I'_1L = \int 2I'_2L = 0$, т.к. это будет быть заряд, прошедший через сопротивляющийся резистор, за всё время, то есть за бесконечность, значит, все 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 |
| <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!

$3Q_1R = 4Q_2R$, где Q_1, Q_2 - мощность протекающие через резисторы с сопротивлением $3R, 4R$, чья связь изображена

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

III. $I_kR = E$, т.е. напряжения идеальны, то есть на катушке с индуктивностью L будет 0-ое намагничение после установления режима после зажигания ключа
но пункты I и II и этому сразу:

$$\frac{33LE^2}{261R} = -A_{121} + Q + Q_1 + Q_2 + \frac{LE^2}{2R^2}$$

$$\frac{295LE^2}{722R^2} + Q + Q_1 + Q_2 = A_{121}$$

IV. $3I_1L = 2I_2L$ но заскоруз сопротивление катушки
 $3I'_1L = 2I'_2L \Rightarrow I_2 = \frac{3}{4}I_1$, но пункты I, II $\Rightarrow P_2 = \frac{9}{16}P_1$
 $\Rightarrow P_2 = 4I_2^2R = \frac{9}{4}I_1^2R = \frac{9}{4}I_2^2 \cdot 3I_1^2R = \frac{27}{4}P_1$, где P_1, P_2 - мощности резисторов с сопротивлением $3R, 4R \Rightarrow$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

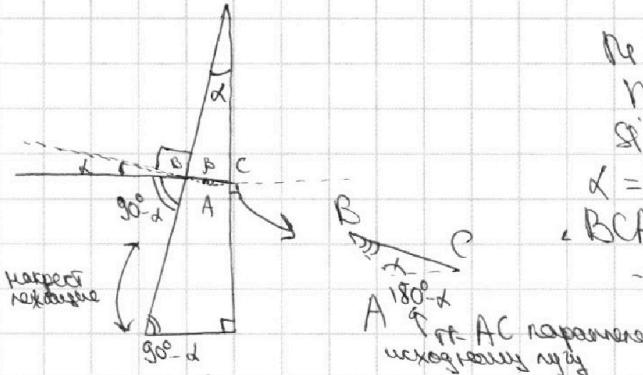


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

1) $n_1 = n_3$, а рассмотревая линии \overrightarrow{BC} и \overrightarrow{AC} мы видим что при первом
переходе из левой грани систолы, то есть на левой грани
направление хода не изменилось \Rightarrow можно сказать, что
первый переход не меняет угол, т.е.:



- B - отка первого преломления
AC перпендикулярно правой
грани систолы
- C - отка второго преломления
A - факт, что где AC вспомогательная
основа бывш., $\angle CBA = \beta$, т.е. β -
угол преломления(первой)

$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ по закону
преломления

$$\sin \alpha = \frac{n_2 \sin \beta}{n_1}, \text{т.е. } n_1 = 1 \text{ по условию}$$
$$\alpha = n_2 \beta \text{ в силу условия задачи}$$
$$\angle CBA = 180^\circ - (180^\circ - 2\alpha) - \beta = \alpha - \beta = \alpha - \frac{(n_2 - 1)\alpha}{n_2}$$

$n_2 \sin \angle CBA = n_1 \sin \beta$, т.е. +
угол отклонения

$$n_2 \sin \angle CBA = \sin \beta, \text{т.е. } n_2 = 1$$
$$\frac{n_2 - 1}{n_2} \alpha = f = 0,7\alpha = 0,07 \text{ рад из}$$
$$\text{результатов бывшие и в силу}$$
$$\text{одинаковых углов}$$

[Ответ: 0,07 рад]

2) $S^* - \frac{\alpha}{a+h} \cdot SC$ т.е. $\angle SCS' = 0,7\alpha$ является, можно приближенно
считать, что $\angle S^*SC = 90^\circ \Rightarrow \angle S'SC = (a+h)0,7\alpha \approx$
 $\approx (a+h)0,7\alpha = (90+14)0,7 \cdot 10 \cdot 10^2 = 72,8 \text{ мм}$ параллельное распространение S^* -
изображение: нужно перевести
сеть две линий лука от линии
изображения вправо на преломляющую грани
перпендикулярную (бывшее
переходе) и при этом путь из пучка
изменится, т.е. и длина

[Ответ: 72,8 мм]

3) определите находящий угол отклонения для пучка: 0,3 α .
определите находящий угол бывшего пучка $(a+h)0,3\alpha = (90+14) \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 10^2 = 31,2 \text{ мм}$

[Ответ: 31,2 мм]

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

Отметьте крестиком номер задачи,

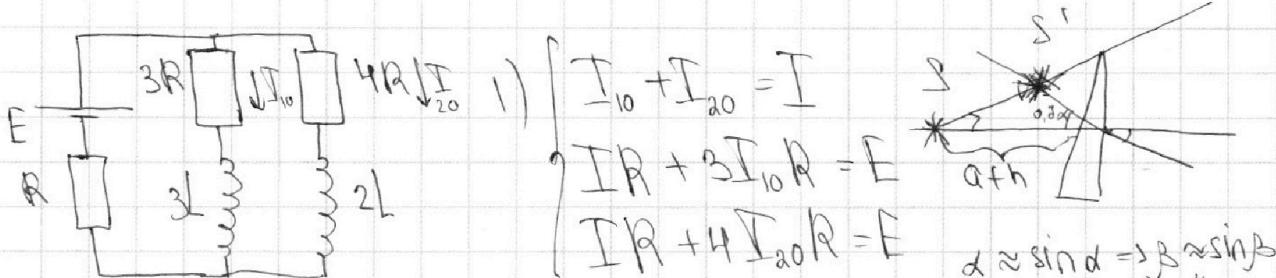
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$I = \frac{4}{4} I_{10}$$

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

$$n_2 \sin(180^\circ - (180^\circ - \alpha) - \beta) = n_2 \sin(\alpha - \beta) \approx n_2 (\alpha - \beta) = n_2 (\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) =$$

$$= n_2 \alpha - \frac{\alpha}{n_2} = (n_2 - 1)\alpha$$

2)

$$I = L \dot{I}_0$$

$$E = L \dot{I}_0'$$

$$E = E - I_R R =$$

$$= L \dot{I}_0' =$$

$$\frac{12.5}{30} = \frac{12.5}{30} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12}$$

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

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

$$\frac{12.5}{30} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12} E - \frac{4}{9} I_{10} R = E - \frac{4}{9} \cdot \frac{4E}{19R} \cdot \frac{4E}{19R} R =$$

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

3) $P_1 = 3I_1^2 R$ $P_2 = 4I_2^2 R$ $\frac{22.5-10}{6} = \frac{12.5}{6} = \frac{12.5}{12} E = \frac{12.5}{12} E = \frac{12.5}{12} E$

$$3I_1^2 R + 3I_1 I_2 = 4I_2^2 R + 2L \dot{I}_2' = E + (I_1, I_2)$$

$$\frac{3L I_1^2}{2} + L I_2^2 = \frac{LI_F^2}{2} + Eq + Q_1 + Q_2$$

$$350 + 200 = 990$$

$$104.07 = \frac{104.07}{10} =$$

$$= \frac{128}{10} = 12.8$$

$$\frac{15}{30} = 0.5$$

$F_F - kV_0 = m a_0$

$$F_F = kV_F \Rightarrow k = \frac{F_F}{V_F} = \frac{600}{25} = \frac{100 \cdot 6}{25} = 4 \cdot 6 = 24$$

$$F_F - 24V_0 = m a_0 = F_F - 240 = 450 \Rightarrow F_F = 990$$

$$P_0 = F_F V_0 / M = 9900 / 4 = \frac{45 \cdot 8000 + 1000 \cdot 1000 + 100}{4} = 2250 + 225 = 2475$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

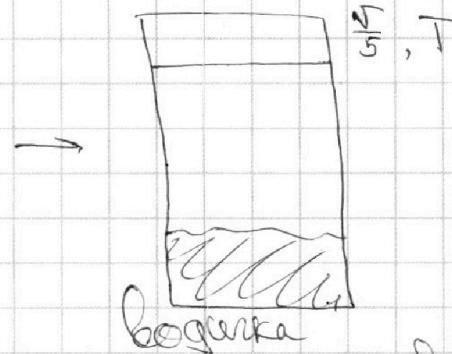
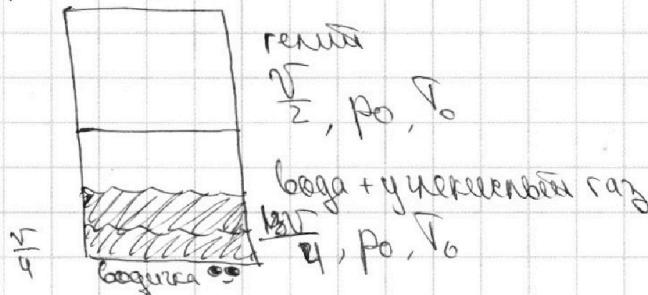


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ.

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

$$P_0 = \frac{P_{\text{разж}}}{2}$$



$\Delta V = kRT$, где V - объем тела, P - парциальное давление газа

$$k = 0,5 \cdot 10^{-3}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3$$

$$\nu_{\text{гр}} RT_0 = \frac{P_0 V}{4} = \frac{V P_{\text{разж}}}{8}$$

$$\frac{k P_{\text{разж}} V}{8} = \Delta V$$

$$\nu_r RT_0 = \frac{P_{\text{разж}} V}{4} = \frac{P_{\text{разж}} V}{8} \cdot 2 = 2\nu_{\text{гр}} RT_0 \Rightarrow 2\nu_{\text{гр}} = \nu_r \Rightarrow \nu_r = \frac{P_{\text{разж}} V}{4 RT_0}$$

$$(\nu_r + \Delta V) RT = \frac{11}{20} P_0 V$$

$$\nu_r RT = \frac{11}{20} P_0 V = \frac{11}{5} P_{\text{разж}} V = \frac{11}{5} \cdot \frac{P_{\text{разж}} V}{4} = \frac{11}{20} \nu_{\text{гр}} RT_0 \Rightarrow \nu_r RT_0 = \frac{22}{5} \nu_{\text{гр}} RT_0$$

$$\nu_r RT = \frac{1}{5} (P_0 + P_{\text{гр}}) V = \frac{P_{\text{разж}} V}{5} + \frac{P_{\text{гр}} V}{5} \Rightarrow P_{\text{гр}} = \frac{5}{V} \left(\nu_r RT - \frac{P_{\text{разж}} V}{5} \right)$$

$$P_r = P_{\text{разж}}$$

$$\nu_{\text{гр}} + \Delta V = \frac{k P_{\text{разж}} V}{8} + \frac{P_{\text{разж}} V}{8 RT_0} = \frac{P_{\text{разж}} V}{8} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

$$(\nu_{\text{гр}} + \Delta V) RT = \frac{P_{\text{разж}} V RT}{8} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) = \frac{11}{20} P_{\text{гр}} V \approx$$

$$\frac{1}{20} \frac{P_{\text{разж}} RT}{8} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) = \frac{11}{20} P_{\text{гр}} = \frac{11}{20} \cdot \frac{8}{5} \left(\nu_r RT_0 - \frac{P_{\text{разж}} V}{5} \right) \Rightarrow$$

$$= \frac{11}{40} \left(\frac{P_{\text{разж}} RT}{4 RT_0} - \frac{P_{\text{разж}} V}{5} \right) = \frac{11 P_{\text{разж}}}{40} \left(\frac{T}{4 RT_0} - \frac{1}{5} \right)$$

$$\frac{k RT}{8} + \frac{T}{8 RT_0} = \frac{11 T}{16 RT_0} - \frac{11}{20}$$

$$\frac{11-2}{16} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{9}{16} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{k RT}{8} + \frac{11}{20} \Rightarrow 9 \frac{T}{T_0} = 2k RT + \frac{44}{5} \frac{T}{T_0} \Rightarrow \frac{11}{20} \frac{16}{9} \frac{T}{T_0} = \frac{5 P_{\text{разж}}}{4 RT_0} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{16}{9} = \frac{59}{45} \approx \frac{60}{48} = \frac{4}{3}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

МФТИ

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\begin{aligned} \mathcal{I}_R R = E &\Rightarrow 3L\mathcal{I}_{10}^2 = \frac{3}{2}L\mathcal{I}_{10}^2 \\ 3L\mathcal{I}_{10}^2 + L\mathcal{I}_{10} &= \frac{3}{2}L\mathcal{I}_{10}^2 \\ \frac{\sqrt{E}}{2}^2 &= \frac{L^2}{2R^2} \end{aligned}$$

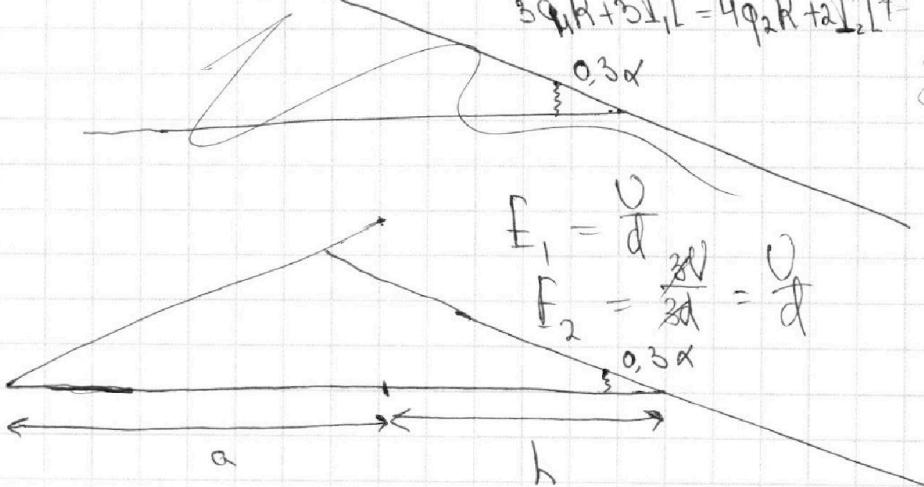
$$\begin{aligned} \checkmark \quad \frac{1}{2} - \frac{33}{361} &= \\ = \frac{361 - 66}{361} &= \frac{295}{361} \\ \frac{104 \cdot 3}{10} &= \frac{312}{10} \end{aligned}$$

$$190 + 105$$

$$19 \cdot 5 = 50 + 45$$

$$\begin{aligned} 3\mathcal{I}_R R + 3\mathcal{I}_1' L &= 4\mathcal{I}_2 R + \\ + 2\mathcal{I}_2' L &= L\mathcal{I}_1' = \\ = E - \mathcal{I}_R R &= E - (\mathcal{I}_1 + \mathcal{I}_2 + \mathcal{I}_3) R \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S(E - \mathcal{I}_R R) &= S(3\mathcal{I}_R R + 3\mathcal{I}_1' L - (4\mathcal{I}_2 R + 2\mathcal{I}_2' L)) \\ 3q_1 R + 3\mathcal{I}_1' L &= 4q_2 R + 2\mathcal{I}_2' L \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{0}{d} \\ F_2 &= \frac{30}{3d} = \frac{0}{d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_1' &= \frac{0}{d} \\ F_2' &= \frac{30}{3d} \\ C &= \frac{E/E_0 S}{d} \\ C_1 &= 3C_2 \end{aligned}$$

$$3L\mathcal{I}_{10}^2 + L\mathcal{I}_{10} = L\mathcal{I}_{10}^2 \left(\frac{24+9}{16} \right) = \frac{33}{8} L\mathcal{I}_{10}^2$$

$$\begin{aligned} \frac{33}{16} L\mathcal{I}_{10}^2 &= \\ = \frac{33}{16} L \cdot \frac{16E^2}{19^2 R^2} &= \\ = \frac{33LE^2}{361R} &= \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} M\alpha = n_2 \beta &\Rightarrow 14\alpha = 17\beta \\ n_2(\alpha - \beta) &= \frac{3}{17}n_2\alpha = \\ = f &= \frac{3}{17} \cdot 17\alpha = 0.3\alpha \end{aligned}$$