



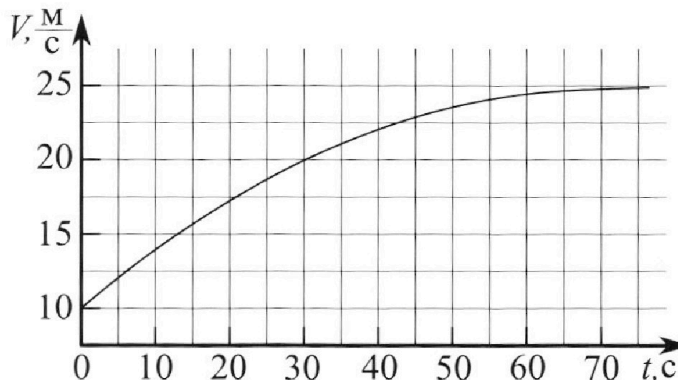
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

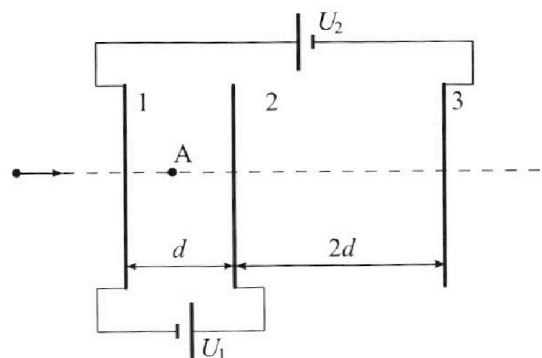
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

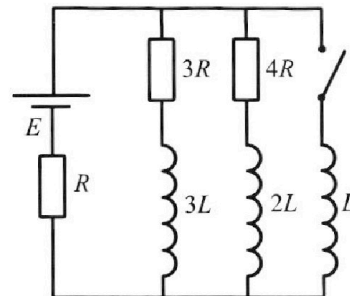


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ 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.

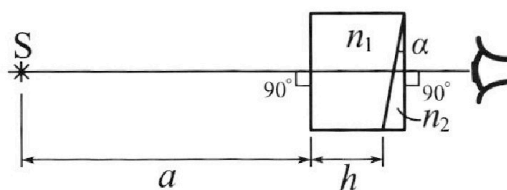


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.

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

$m = 1500 \text{ кг}$; $F_k = 600 \text{ Н}$; $F_{\text{сопр}} = 2 \text{ Н}$, где
 λ - коэффициент трения

1) a_0 2) F_0 3) P_0

Вспомогательная информация: скорость увеличивается к 25 м/с , т.е. через некоторый промежуток времени скорость станет постоянной и равной $25 \text{ м/с} \Rightarrow v_k = 25 \text{ м/с}$

$$23 \text{ К: } F_k - F_{\text{сопр}k} = m a_k = 0 \Rightarrow F_k = F_{\text{сопр}k} = \lambda \cdot v_k$$

$$\lambda = \frac{F_k}{v_k} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Для нахождения начальной скорости рассмотрим мин. промежуток времени. $a_0 = \frac{v_0}{t} = \frac{25 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = 5 \text{ м/с}^2$

$$23 \text{ К: } F_0 - F_{\text{сопр}0} = m a_0 \Rightarrow F_0 = m a_0 + F_{\text{сопр}0}$$

$$F_0 = 1500 \cdot 5 + 24 \cdot 25 = 8400 \text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 \cdot v_0 = 8400 \text{ Н} \cdot 25 \text{ м/с} = 210000 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a_0 = 5 \text{ м/с}^2$ 2) $F_0 = m a_0 + F_{\text{сопр}0} = 8400 \text{ Н}$

3) $P_0 = F_0 \cdot v_0 = 210000 \text{ Вт}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$\frac{21}{70} (5T - 4T_0) = (1 + RT_0K) T$$
$$3,5T - 4,4T_0 = T + RT_0K \Rightarrow T_0 = \frac{4,5T}{4,4 + RT_0K} = \frac{4,5T}{4,4 + 0,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 \cdot 10^3} = \frac{4,5T}{4,4 + 0,81} = \frac{4,5T}{5,21} \approx 0,86T$$
$$T_0 = \frac{4,5 - 373}{4,4 + 0,81} \approx \frac{4,5}{5,21} - 373 = 0,86 - 373 = -372,14$$
$$\frac{I}{T_0} = \frac{23}{15}$$

Ответ: 1) $\frac{\partial I}{\partial u} = 2$ 2) $\frac{I}{T_0} = \frac{23}{15}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



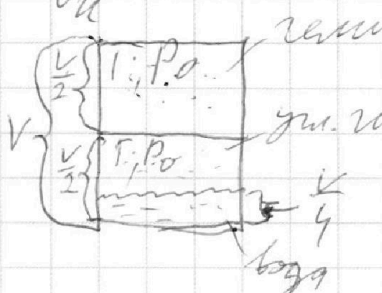
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\sqrt{2} p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{\sqrt{2}}$, $T = 373 \text{ K}$, T_0 , V , $V_1 = \frac{V}{5}$, $V_2 = \frac{V}{4}$, $\Delta V = k p_0 V$
 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$, $RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

1) $\frac{\Delta V}{V_0} = ?$

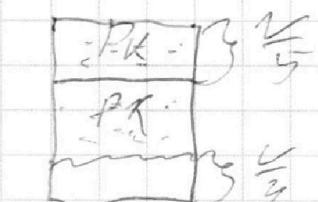
2) $\frac{T}{T_0} = ?$ До нагрева.



Для гелия: $p_0 \frac{V}{2} = \Delta V R T_0$ (взяли газ)
 Для водорода: $p_0 \frac{V}{2} = \Delta V R T_0$ (O_2)

$\frac{\Delta V}{V} = \frac{(\frac{V}{2})}{(\frac{V}{2} - \frac{V}{4})} = 2$

$\Delta V_{\text{O}_2} = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \dots$



В конце смешива в равновесии, при объеме p_k .

$p_k \cdot \frac{V}{5} = \Delta V \cdot RT$
 $\frac{p_k}{p_0} = \frac{2}{5} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow p_k = \frac{5}{2} p_0 \frac{T}{T_0}$

$p_k = p_{\text{гелий}} + p_{\text{водород}}$
 $p_{\text{O}_2} = p_k - p_{\text{гелий}} = \frac{5}{2} p_0 \frac{T}{T_0} - p_{\text{гелий}} =$

$p_{\text{O}_2} = p_{\text{атм}} \left(\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - 1 \right)$
 $p_{\text{O}_2} \cdot (V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4}) = \Delta V_{\text{O}_2} \cdot R \cdot T$

$p_{\text{атм}} \left(\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - 1 \right) \cdot \frac{11}{20} V = (\Delta V_{\text{гелий}} + \Delta V_{\text{O}_2}) \cdot RT$

$2 \left(\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - 1 \right) \cdot \frac{11}{5} = \frac{\Delta V_{\text{гелий}} + \Delta V_{\text{O}_2}}{V_0} \cdot \frac{T}{T_0} = (1 + RT_0 k) \cdot \frac{T}{T_0} \cdot 1,05$

$\frac{22}{5} \cdot \left(\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - 1 \right) = (1 + RT_0 k) \cdot T \cdot 1,05$
 $110 T - 88 T_0 = 5 T + 5 RT_0 k T \Rightarrow T_0 = \frac{105 T}{88 + 5 RT_0 k}$

$T (105 - 5 RT_0 k) = 88 T_0 \Rightarrow T = \frac{88 T_0}{105 - 5 RT_0 k}$
 $T = \frac{105 \cdot 373}{88 + 5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 373} \approx 109,373$

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!

3(3):

$$\frac{mV_0^2}{2} + q \cdot \varphi_\infty = \frac{mV_A^2}{2} + q \cdot \varphi_{bA}$$

$$\varphi_A = 0 \quad \varphi_{bA} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S d} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S d} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S d} =$$

$$\varphi_{bA} = \frac{2}{\epsilon_0 S d} \left(\frac{q_1 + q_2 + q_3}{3} \right)$$

$$q_1 + \frac{q_2}{3} + \frac{q_3}{11} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 9 \cdot 5}{5d} + \frac{4 \cdot 4 \cdot 5}{3 \cdot 5d} + \frac{6 \cdot 4 \cdot 9 \cdot 5}{11 \cdot 5d} = \frac{216 \cdot 5}{5d} \left(\frac{3 \cdot 1 + 6}{3 \cdot 11} \right) =$$

$$= \frac{216 \cdot 5}{5d} \left(\frac{16 \cdot 5 - 11 + 30}{5 \cdot 5} \right) = \frac{216 \cdot 5}{5d} \left(\frac{99 - 11 + 18}{33} \right) =$$

$$= \frac{106 \cdot 4 \cdot 9 \cdot 5}{5 \cdot 33 \cdot d} \Rightarrow \varphi_{bA} = \frac{2 \cdot 106}{5 \cdot 33} \cdot \frac{q}{d} = \frac{206}{165} \frac{q}{d}$$

$$E_{bA} = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S} = 0 \quad \varphi_A = E_{212} \cdot \frac{d}{9} = \frac{q}{9}$$

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + q \cdot \varphi_A = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{q^2}{9} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2q}{m}}$$

Омбсман: 1) $a_{12} = \frac{4q}{d \cdot m}$ 2) $K_1 - K_2 = -2Uq$

3) $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2q}{m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

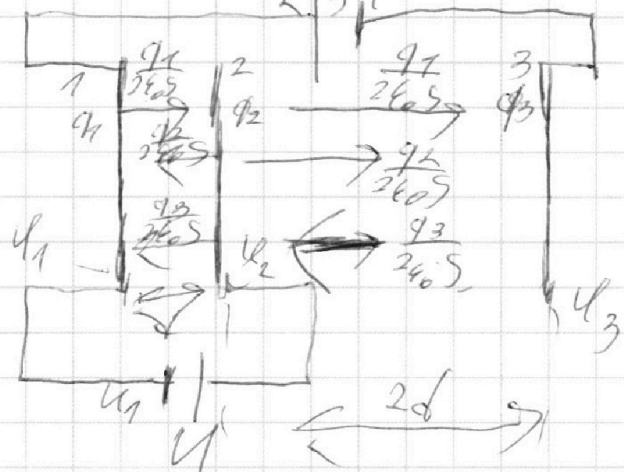
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№3 $d; 2d; U_1 = U; U_2 = 3U; q; V_0$
 1) $q_{12} = ?$ 2) $K_1 - K_2 = ?$ 3) $V_A(\frac{d}{4}) = ?$



Поскольку $q_1 > q_2 > 0, q_3 > 0$
 $U_1 = E_{12} \cdot d = U_2 - U_1$

$$E_{12} = \frac{1}{2\epsilon_0 d} (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$U_3 - U_1 = 3U$$

$$U_3 - U_1 = U_3 - U_2 + U_2 - U_1$$

$$U_3 - U_2 = 4U = E_{23} \cdot 2d$$

$$4q_1 = 2q_3 = q_3 = 2q_1$$

$$E_{23} = \frac{1}{2\epsilon_0 d} (q_3 - q_2 - q_1)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_3 = -q_1 - q_2$$

$$q_1 = -q_2 - q_3$$

$$E_{23} = 2 \cdot E_{12}$$

$$(q_1 - q_2 - q_3) \cdot 2 = q_3 - q_1 - q_2$$

$$E_{12} = E_{23} \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q \Rightarrow q_{12} = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$$

$$K_1 - K_2 = E_{12} \cdot d \cdot q \quad A_{12} = K_2 - K_1 \Rightarrow K_1 - K_2 = -A_{12} = -U \cdot q$$

$$K_1 - K_2 = -U \cdot q$$

$$A_{11} = K_1 - K_2 = \frac{\pi V_0^2}{2} - \frac{\pi q_0^2}{2}$$

$$A_{11} = E_{12} \cdot q \cdot d = \frac{U \cdot q}{d}$$

$$\Rightarrow \frac{\pi V_0^2}{2} = \frac{\pi q_0^2}{2} + \frac{U \cdot q}{d}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 + 3q_2 = 0 \Rightarrow q_1 = -3q_2$$

$$U = \frac{E_{12} \cdot d}{\epsilon_0} = \frac{1}{2\epsilon_0 d} (q_1 - q_2 - q_3) \Rightarrow \frac{U \cdot \epsilon_0 \cdot d}{2} = -10q_2 \Rightarrow q_2 = \frac{U \cdot \epsilon_0 \cdot d}{5}$$

$$q_1 = -3q_2 = \frac{3U \cdot \epsilon_0 \cdot d}{5}; \quad q_3 = 2q_1 = \frac{6U \cdot \epsilon_0 \cdot d}{5}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

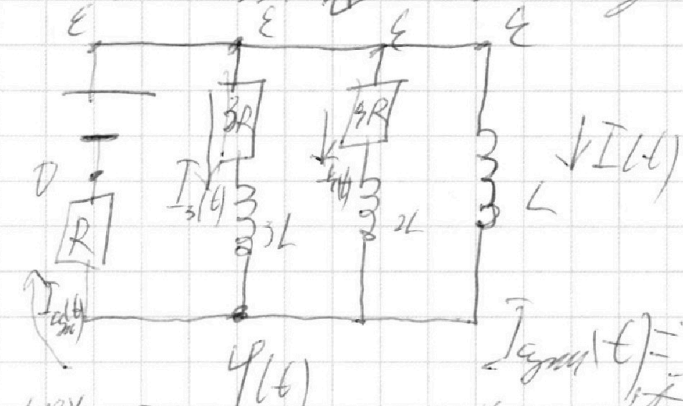
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



2) Рассчитать ток в произвольный момент времени после замыкания:



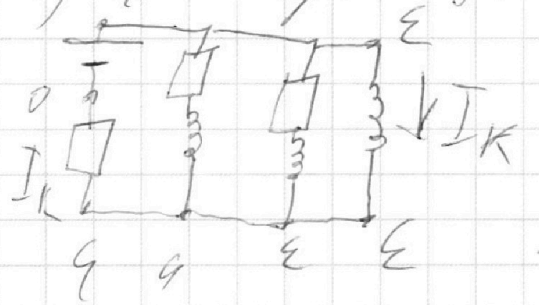
$$\begin{aligned}
 \mathcal{E} &= U(t) \\
 U_{3L} &= \mathcal{E} - U(t) = I_{3L}(t) \cdot 3R = 3R I_{3L} \\
 U_{2L} &= \mathcal{E} - U(t) - I_{3L}(t) \cdot 4R = 2R I_{2L} \\
 U_L &= \mathcal{E} - U(t) = L \frac{dI}{dt}
 \end{aligned}$$

$$I_{\text{total}}(t) = I_{3L}(t) + I_{2L}(t) + I(t)$$

$$U^* = I_{\text{total}}(t) \cdot R = U^*$$

$$U^* = U_{2L} = U_{3L}$$

3) Рассчитать ток в цепи в установившемся режиме. $I = \text{const}$



$$I_k = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$L \cdot I_k = 3L \cdot I_{3L} = 2L \cdot I_{4R}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$

2) $I_{L(10)} = \frac{22\mathcal{E}}{19L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

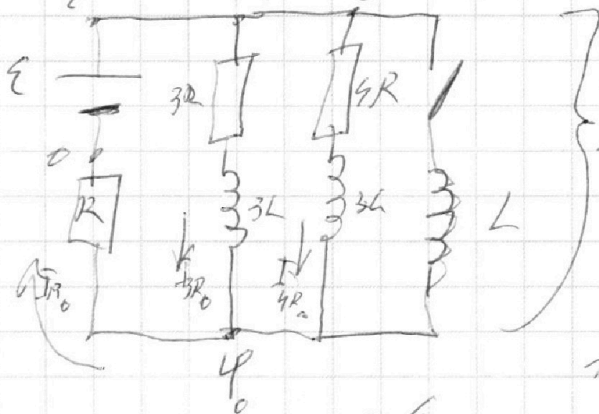


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№ 4 ϵ ; R ; $3R$; L ; $3L$; $3L$
 1) $I_{R_0} = ?$ 2) $I_L(t) = ?$ 3) $q_{3R} = ?$

0) Рассчитаем узлы с замкнутым контуром, так в цепи постоянная ток, ток на катушках равен 0.



Метод
потенциалов

$$I_{R_0} = I_{3R_0} + I_{4R_0}$$

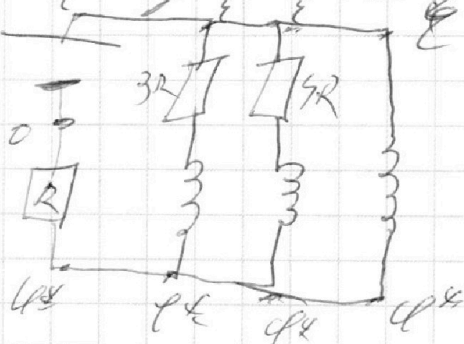
$$\frac{\varphi}{R} = \frac{\epsilon - \varphi}{3R} + \frac{\epsilon - \varphi}{4R} \quad | \cdot 12R$$

$$12\varphi = 4\epsilon - 4\varphi + 3\epsilon - 3\varphi$$

$$\varphi = \frac{7\epsilon}{19} \quad \Rightarrow \quad 19\varphi = 7\epsilon$$

$$I_{R_0} = I_{3R_0} = \frac{\epsilon - \varphi}{3R} = \frac{12\epsilon}{19 \cdot 3R} = \frac{4\epsilon}{19R}$$

1) Рассчитаем узлы сразу после зам.к. Так как цепь LIR, ток в цепи не изменится \Rightarrow через R будет протекать тот же ток.



\Rightarrow через R будет протекать тот же ток.

$$\varphi^* = \varphi_0 \Rightarrow \varphi = \frac{\epsilon - \varphi^*}{19} = \frac{12\epsilon}{19}$$

$$U_{L(t)} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow I_L(t) = \frac{U_{L(t)} - 12\epsilon}{L} = \frac{12\epsilon}{19L}$$

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!



Теперь представим призму n_1 как две призмы разглад. толщиной $1/\sqrt{17}$ из воздуха. Тогда угол β^* на n_1 равен углу α^* на n_2 . Попробуйте учесть поглотитель 2^*



$$AB = \Delta \cdot \tan \alpha^*$$

$$BC = h \cdot \tan \beta^*$$

$$AC = h \cdot \tan \alpha^*$$

$$1 \cdot \sin \alpha^* = n_1 \cdot \sin \beta^*$$

$$\beta^* = \frac{\alpha^*}{n_1}$$

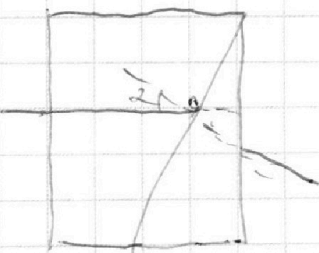
$$AC = AB + BC \Rightarrow h \cdot \tan \alpha^* = \Delta \cdot \tan \alpha^* + h \cdot \tan \beta^* = h \cdot \tan \alpha^* + \Delta \cdot \tan \beta^*$$

$$A = h \left(\frac{\alpha^*}{\beta^*} - 1 \right) = \Delta \cdot \frac{\alpha^*}{\beta^*} = \Delta \cdot n_1$$

$$A = h \left(\frac{\alpha^*}{\beta^*} - 1 \right) = \frac{h \cdot \alpha^*}{\beta^*} - h = \frac{h \cdot \alpha^*}{\frac{\alpha^*}{n_1}} - h = n_1 h - h = h(n_1 - 1)$$

$$\Delta = \frac{A}{n_1 - 1} = \frac{4}{1.4 - 1} = 10 \text{ см}$$

Теперь рассмотрим свет n_2 . Теперь рассмотрим β^* - угол, под кот. идет лучи.



Изот условия анализа преломляемости

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

$$\delta = \beta^* - \alpha^* = \frac{n_1 \cdot \alpha^*}{n_2} - \alpha^* = \alpha^* \left(\frac{n_1 - n_2}{n_2} \right)$$

$$n_1 \cdot \sin \alpha^* = 1 \cdot \sin \alpha^*$$

$$\delta = n_2 \cdot \alpha^* - \alpha^* = \alpha^* (n_2 - 1) = 0.4 \cdot 0.3 = 0.12 \text{ рад}$$

$$\text{Вертикальный сдвиг: } H = \delta \cdot (a + h) = 0.12 \cdot 104 = 12.48 \text{ см}$$

$$Z = \sqrt{H^2 + \Delta^2} = \sqrt{12.48^2 + 10^2} \approx 16.2 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\delta = \alpha^* (n_2 - 1) = 0.12 \text{ рад}$ 2) $H = 2(n_2 - 1)(a + h) = 24.96 \text{ см}$

3) $Z = \sqrt{H^2 + \Delta^2} = 16.2 \text{ см}$

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!

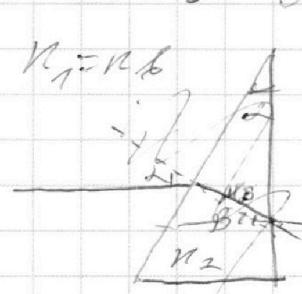


№5 $n_1, n_2 \cdot n_6 = 1, a = 50 \text{ см } L = 0,7 \text{ прог.}$

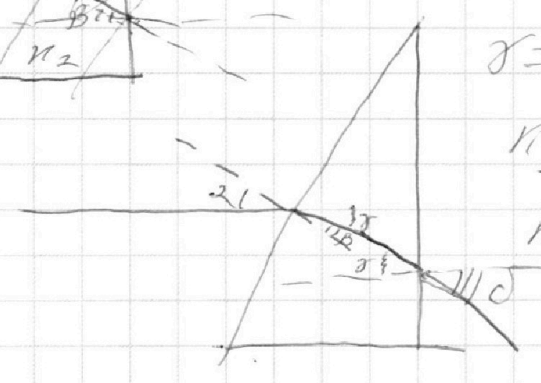
$h = 19 \text{ см}$
1) $\sigma = ?$ 2) $\beta = ?$ 3) $\frac{L}{2} = ?$

$n_1 = n_6 = 1 \quad n_2 = 1,7$

Рассмотрим волну



$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$
Закон Снелла по
 $n_1 = 1 = n_2 \cdot \beta \Rightarrow \beta = \frac{\alpha \cdot 1}{n_2} = \frac{0,1}{1,7} = 0,0588$

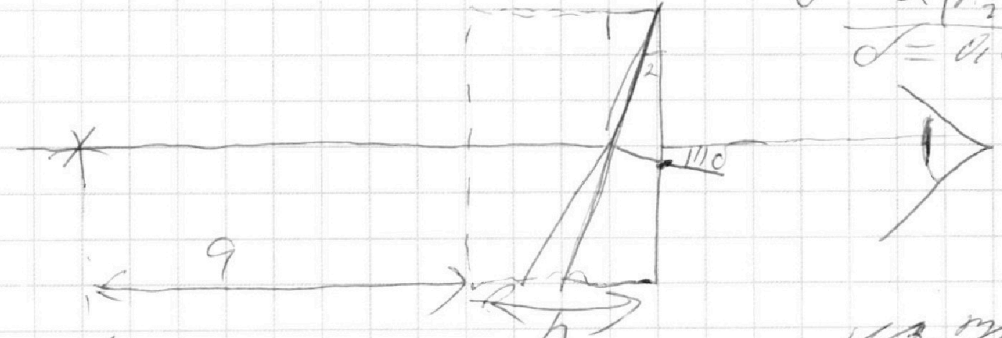


$$\delta = L - \beta = \alpha - \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \left(\frac{n_2 - 1}{n_2} \right)$$

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

$$n_2 \cdot \delta \approx \alpha$$

$$\delta = \frac{\alpha}{n_2} = \frac{0,1}{1,7} = 0,0588 \text{ прог.}$$



из геометрии
мы знаем, что высота волны $H = \sigma \cdot (a + h) = 0,07 \cdot (50 + 19) = 0,07 \cdot 69 = 4,83 \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

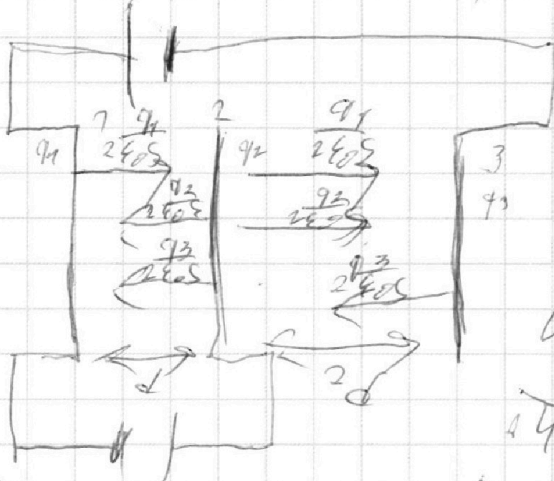
1 2 3 4 5 6 7



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



$\sqrt{3} d = 2d$; $U_1 = U$ $U_2 = 3U$ $m \cdot q$; V_0 ; d
 1) $U_{12} = ?$ 2) $K_1 - K_2 = ?$ 3) $V_A = ?$



$U_{12} = U = E_2 \cdot d$
 $E_2 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$

$U = 2\epsilon_0 S \cdot d = q_1 - q_2 - q_3$

$U_{23} = 3U = E_2 \cdot 2d$

$3U = 2\epsilon_0 S \cdot d = 2 \cdot \frac{1}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) \cdot 2d$

$U_{31} = 3U = E_2 \cdot d$ $U_{32} = U_{31} - U_{21} = 4U$

$U_{32} = E_2 \cdot 2d$ $4U = 2\epsilon_0 S \cdot d = 2 \cdot \frac{1}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) \cdot 2d$

$P = \left(\frac{L I^2}{2} \right)' = L I \cdot I' = L I_{eff}$ $P_R = (I^2 R)' = I R I'$
 $P_{sum} = L \cdot q$ $P_L = \frac{L I^2}{2}$

$U_L = L I' = L \frac{q I'}{C}$

$1,9 = 0,07 = 2 \cdot 0,049 = 0,098$

$104 \cdot 0,77 \cdot 10^{-10} \cdot 0,07 = 5,228 \cdot 10^{-10}$

$3,72$
 $3,12$

 $0,0624$
 $3,12$

 $3,36$
 $3,7344$

$0,07$
 $4,28$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

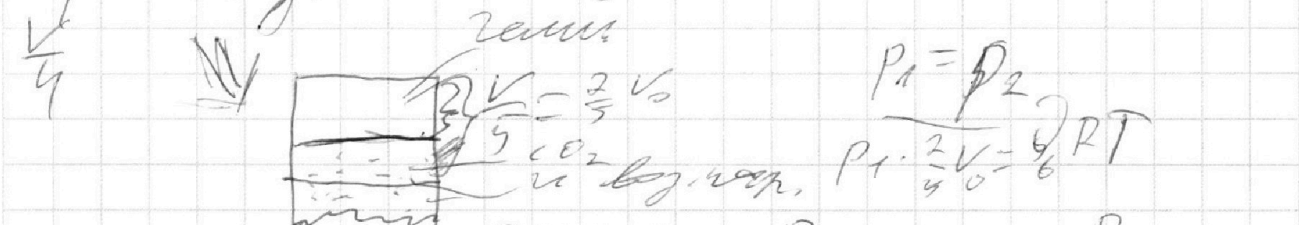
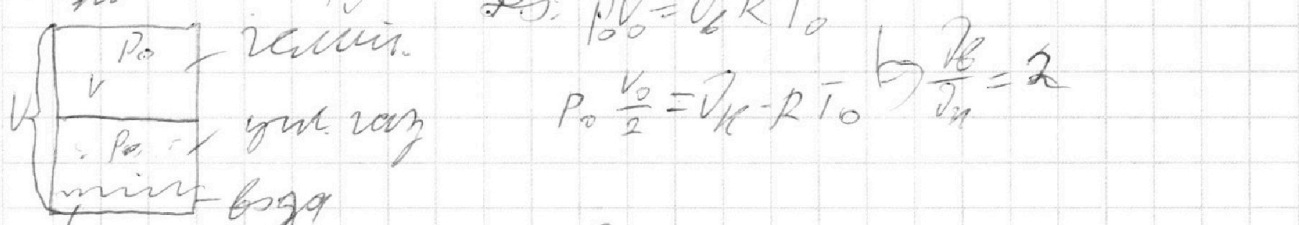


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$M = 1500 \text{ кг}$, $F_k = 600 \text{ Н}$, $F_{\text{тяги}} = \Delta V$
 1) $a_0 = ?$ 2) $F_{\text{тяг}} = ?$ 3) $P_0 = ?$
 $F_{\text{тяги}} = a = 0 \Rightarrow F_k = F_{\text{тяги}} = kV \Rightarrow 600 \text{ Н} = k \cdot 25 \text{ м/с}$
 $k = 24 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}}$
 $a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{24 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = 4,8 \text{ м/с}^2$
 $F_0 = F_{\text{тяги}} = M a_0 = 1500 \cdot 4,8 = 7200 \text{ Н}$
 $F_{\text{тяги}} = 1500 \cdot 4,8 + 24 \cdot 10 = 8400 \text{ Н}$
 $P_0 = F_0 \cdot V_0 = 8400 \cdot 10 = 84000 \text{ Вт}$

$L = 1 \text{ м}$, $H = 1,8 \text{ м}$, $P_0 = P_{\text{тяги}} / 2$, $T_0 = 373 \text{ К}$, $\frac{V}{5} = 0$
 $\Delta V = k p \cdot w \cdot k \approx 0,5 \cdot 10 \text{ м/с}$, $R = 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$, $P_{\text{тяги}} \approx 0$
 1) $\frac{\partial P}{\partial w} = ?$ 2) $\frac{\partial T}{\partial T_0} = ?$
 $P_0 = P_{\text{тяги}} = 2 P_0$



$P_{\text{тяги}} (373 \text{ К}) = 10^5 \text{ Па}$
 $\Delta V = k \cdot P_2 \cdot \frac{V_0}{2}$
 $\Delta V = k \cdot P_0$
 $P_2 = P_{\text{тяги}} + P_{\text{тяги}}$
 $P_{\text{тяги}} \cdot \frac{2}{3} V_0 = P_{\text{тяги}} \cdot \frac{1}{3} V_0 = (V_0 - \Delta V) RT$

715
 76
 80
 76
 740

373 | 23
 23 | 76,2
 143
 138
 50



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!

