



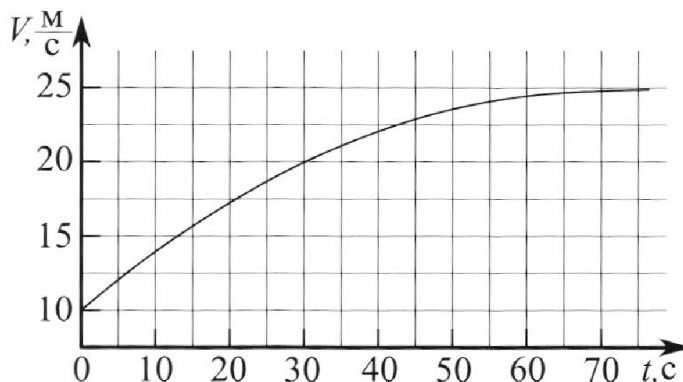
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

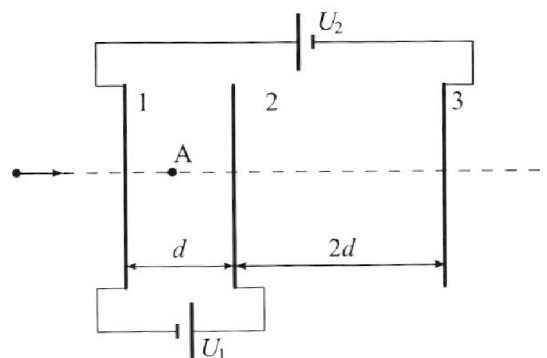
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

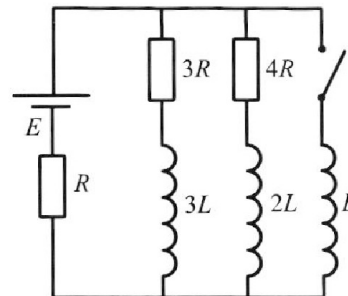
Вариант 11-03

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 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 $n_v = 1,0$. 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.

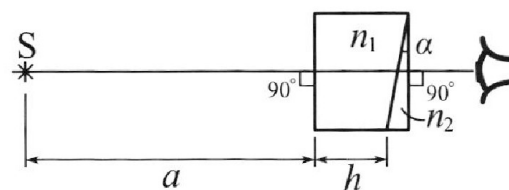


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

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



N1

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

1) a_0 2) F_0 3) P_0

Заметим из графика, что скорость
стремится к 25 м/с , т.е. через беско-
нечный промежуток времени
скорость станет постоянной и
равной 25 м/с . $\Rightarrow v_k = 25 \text{ м/с}$

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

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

Для нахождения начального ускоре-
ния рассмотрим мик. промежуток
времени. $a_0 = \frac{dv_0}{dt} = \frac{2 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = 0,4 \text{ м/с}^2$

$$23 \text{ К: } F_0 - F_{\text{сопр}0} = ma_0 \Rightarrow F_0 = ma_0 + F_{\text{сопр}0}$$

$$F_0 = 1500 \cdot 0,4 + 24 \cdot 10 = 840 \text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 \cdot v_0 = 840 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м/с} = 8400 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a_0 = 0,4 \text{ м/с}^2$ 2) $F_0 = ma_0 + F_{\text{сопр}0} = 840 \text{ Н}$

3) $P_0 = F_0 \cdot v_0 = 8400 \text{ Вт}$

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!



$$\frac{21}{70} (5T - 4T_0) = (1 + RT_0K) T$$
$$5,5T - 4,4T_0 = T + RT_0K T \Rightarrow T_0 = \frac{4,5T}{4,4 + RT_0K T} = \frac{4,5T}{4,4 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^3} = \frac{4,5T}{6,9} = 373 \cdot \frac{15}{23} \approx 15,16 = 240K$$
$$T_0 = \frac{4,5 - 373}{4,4 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^3} \approx \frac{4,5}{6,9} \cdot 373 = \frac{15}{23} \cdot 373 \approx 15,16 = 240K$$
$$\frac{T}{T_0} = \frac{23}{15}$$

Ответ: 1) $\frac{T}{T_0} = 2$ 2) $\frac{T}{T_0} = \frac{23}{15}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



2) $p_0 = p_{\text{атм}}$, $T = 373 \text{ K}$, T_0 , V , V_4 , V_5 , $\Delta V = K p V$
 $K \approx 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$, $RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

1) $V_6 = ?$ м³ · 174

2) $\frac{T}{T_0} = ?$ До нагрева.



Для воздуха: $p_0 \frac{V}{2} = \nu_6 R T_0$
(верхний газ)

Для кислорода: $p_0 \frac{V}{2} = \nu_6 R T_0$
(O₂)

$$\frac{V_6}{V} = \frac{1}{2} = 2$$

$$\Delta \nu_{O_2} = K \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \cdot 1}{4} = 12,5$$

после нагрева:

В конце процесса в равновесии, при давлении p_K .

$$p_K \cdot \frac{V}{5} = \nu_6 R T$$

воздух

$$\frac{p_K}{p_0} \cdot \frac{2}{5} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow p_K = \frac{5}{2} p_0 \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$p_K = p_{\text{атм}} + p_{CO_2}$$

$$p_{CO_2} = p_K - p_{\text{атм}} = \frac{5}{2} \cdot \frac{p_{\text{атм}} T}{T_0} - p_{\text{атм}} =$$

$$p_{CO_2} = p_{\text{атм}} \left(\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - 1 \right)$$

$$\nu_{CO_2} = \nu_K + \Delta \nu_{CO_2}$$

$$p_{CO_2} \cdot \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{CO_2} \cdot R \cdot T$$

$$p_{\text{атм}} \left(\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - 1 \right) \cdot \frac{11}{20} V = \left(\nu_K + \Delta \nu_{CO_2} \right) \cdot R T$$

$$2 \left(\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - 1 \right) \cdot \frac{11}{5} = \frac{\nu_K + \Delta \nu_{CO_2}}{\nu_K} \cdot \frac{T}{T_0} = (1 + R T_0 K) \cdot \frac{T}{T_0} \quad | \cdot T_0$$

$$\frac{22}{5} \cdot \left(\frac{5}{2} T - T_0 \right) = (1 + R T_0 K) \cdot T \quad | \cdot 5$$

$$110 T - 22 T_0 = 5 T + 5 R T_0 K T \Rightarrow T_0 = \frac{105 T}{68 + 5 R T_0 K} = \frac{105 \cdot 373}{68 + 5 \cdot 8,314 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}} = 109,373$$

$$T (105 - 5 R T_0 K) = 68 T_0 \Rightarrow T = \frac{68 T_0}{105 - 5 R T_0 K} = \frac{68 \cdot 373}{105 - 5 \cdot 8,314 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}} = 109,373$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

3(3):

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

$$\varphi_A = 0 \quad \varphi_{bA} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S \cdot \frac{d}{4}} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S \cdot \frac{d}{4}} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S \cdot \frac{d}{4}} =$$

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

$$q_1 + \frac{q_2}{3} + \frac{q_3}{11} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{5d} + \frac{4 \cdot 10^{-5}}{3 \cdot 5d} + \frac{6 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{11 \cdot 5d} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{5d} \left(3 + \frac{1}{3} + \frac{6}{11} \right) =$$

$$= \frac{4 \cdot 10^{-5}}{5d} \left(\frac{165 - 11 + 30}{55} \right) = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{5d} \left(\frac{33 - 11 + 18}{33} \right) =$$

$$= \frac{106 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 33 \cdot d} \Rightarrow \varphi_{bA} = \frac{2 \cdot 106 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 33} \cdot \frac{1}{d} = \frac{206 \cdot 10^{-5}}{165 \cdot d}$$

$$E_{bA} = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S} = 0 \quad \varphi_A = \varphi_{bA} = E_{bA} \cdot \frac{d}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + q \cdot \varphi_A = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{q}{4} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{q}{2m}}$$

$$\text{Отмечено: 1) } a_{12} = \frac{q}{d \cdot m} \quad 2) K_1 - K_2 = -2q$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

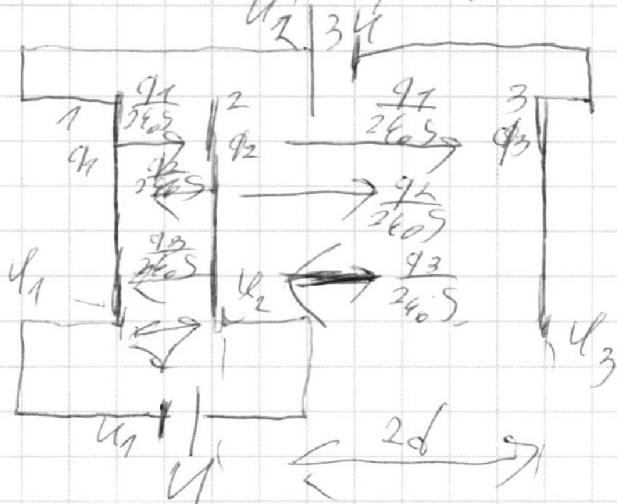
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$\sqrt{3} d; 2d; U_1 = U; U_2 = 3U; q; V_0$
 1) $q_{12} = ?$ 2) $K_1 - K_2 = ?$ 3) $V_A(\frac{d}{4}) = ?$



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

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

$$U_3 - U_1 = 3U$$

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

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

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

$$E_{33} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (q_3 - q_1 - q_2)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_3 = -q_1 - q_2$$

$$q_1 = -q_2 - q_3$$

$$E_{33} = 2 \cdot E_{12}$$

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

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

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

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

$$3U \cdot m \cdot A_{12} = K_1 - K_2 = \frac{\pi V_A^2}{2} - \frac{\pi V_0^2}{2}$$

$$A_{12} = E_{12} \cdot q \cdot \frac{d}{4} = \frac{U \cdot q}{4}$$

$$\frac{\pi V_A^2}{2} = \frac{\pi V_0^2}{2} + \frac{U \cdot q}{4}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 + q_2 = 0 - q_3 = -3q_2$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{U \cdot q}{2\pi}}$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

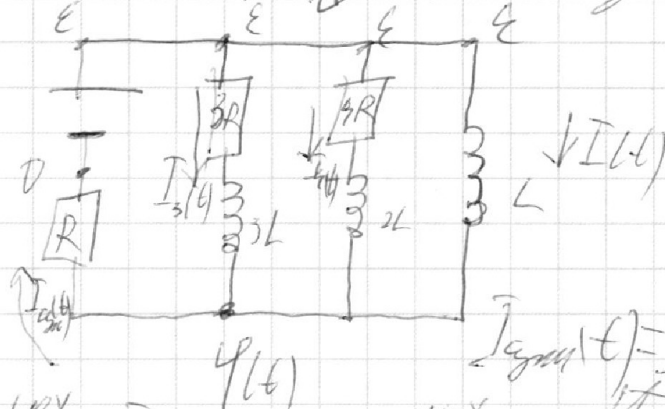
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ



2) Рассчитать ток в произвольный момент после замыкания:



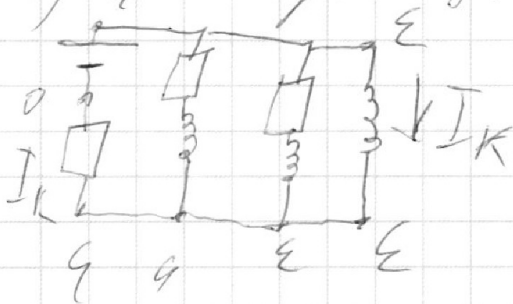
$$\begin{aligned} \varepsilon &= U(t) \\ U_{3L} &= \varepsilon - U(t) - I_1(t) \cdot 3R = 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} \\ U_{2L} &= \varepsilon - U(t) - I_2(t) \cdot 4R = 2L \cdot \frac{dI_2}{dt} \\ U_L &= \varepsilon - U(t) = L \cdot \frac{dI}{dt} \end{aligned}$$

$$I_{\text{сум}}(t) = I_1(t) + I_2(t) + I(t)$$

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

$$U_L = U_{2L} = U_{3L}$$

3) Рассчитать ток в замк. конт. $I = \text{const}$



$$I_k = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$L \cdot I_k = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt}$$

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

2) $I_{L(0)} = \frac{22\varepsilon}{19L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

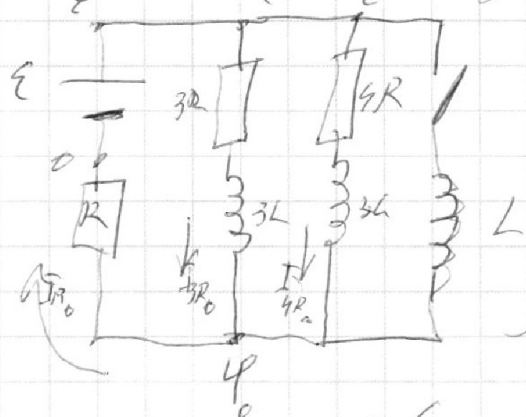
МФТИ

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



№ 4 $\mathcal{E}; R; 3R; L; 3L; 5L$
 1) $I_0 = ?$ 2) $I_L(0) = ?$ 3) $I_{3R} = ?$

0) Рассчитаем узлы до замыкания ключа, т.е. в цепи постоянным напряжением на катушках являемся 0.



Метод
потенциалов

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

$$\frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{U}}{3R} + \frac{\mathcal{E} - \mathcal{U}}{4R} \quad | \cdot 12R$$

$$12\mathcal{E} = 4\mathcal{E} - 4\mathcal{U} + 3\mathcal{E} - 3\mathcal{U}$$

$$\mathcal{U} = \frac{2\mathcal{E}}{19} \quad \Rightarrow \quad 19\mathcal{U} = 2\mathcal{E}$$

$$I_{R_0} = I_{3R_0} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{U}}{3R} = \frac{12\mathcal{E}}{19 \cdot 3R} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$$

1) Рассчитаем узлы сразу после зам.к. ток через R не изменится, т.е. через R будет протекать тот же ток.



т.е. через R будет протекать тот же ток.

$$\mathcal{U}^* = \mathcal{U}_0 \Rightarrow \mathcal{U}_{L(0)} = \mathcal{E} - \mathcal{U}^* = \frac{12\mathcal{E}}{19}$$

$$\mathcal{U}_{L(0)} = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow I_{L(0)} = \frac{\mathcal{U}_{L(0)} - 12\mathcal{E}}{L} = \frac{12\mathcal{E}}{19L}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

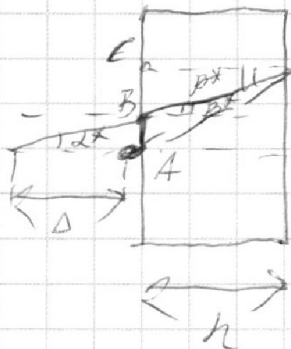
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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 разл. высотой $17/17$
из воздуха. Трансмиссионная часть
 n_1 свелась к нулю на Δ . Пусть мы знаем
по условию 2°



$$AB = \Delta \cdot \tan 2^\circ$$

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

$$AC = h \cdot \tan 2^\circ$$

$$1 \cdot \sin 2^\circ = n_1 \cdot \sin \beta^\circ$$

$$\beta^\circ = \frac{2^\circ}{n_1}$$

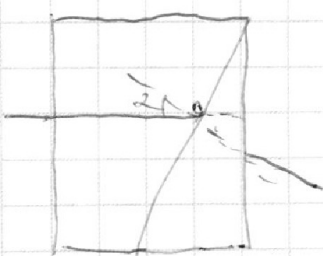
$$AC = AB + BC \Rightarrow \Delta \cdot \tan 2^\circ + h \cdot \tan \beta^\circ = h \cdot \tan 2^\circ$$

$$\Delta = h \left(\frac{\tan 2^\circ}{\tan \beta^\circ} - 1 \right) = \Delta \cdot \tan 2^\circ + h \cdot \tan \beta^\circ = h \cdot \tan 2^\circ$$

$$\Delta = h \left(\frac{\tan 2^\circ}{\tan \frac{2^\circ}{n_1}} - 1 \right) = \frac{h \cdot \tan 2^\circ}{\tan \frac{2^\circ}{n_1}} \left(\frac{n_1 - 1}{n_1} \right) = \frac{h \cdot \tan 2^\circ}{\tan \frac{2^\circ}{n_1}} \left(\frac{n_1 - 1}{n_1} \right)$$

$$\Delta = 14 \cdot \frac{0.9}{1.4} = 9 \text{ см}$$

Трансмиссионная часть n_1 .
Теперь вычислим β° — угол,
под которым лучи.



Этот луч мы сейчас анализируем
презвращением

$$n_1 \cdot \sin 2^\circ = n_2 \cdot \sin \beta^\circ \Rightarrow \beta^\circ = \frac{n_1 \cdot 2^\circ}{n_2}$$

$$\delta = \beta^\circ - 2^\circ = 2^\circ - 2^\circ \frac{n_1}{n_2} = 2^\circ \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2} \right)$$

$$\delta = n_2 \cdot \beta^\circ - 2^\circ = 2^\circ \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2} \right) = 0.1 \cdot 0.3 = 0.03 \text{ рад}$$

Векторный сдвиг: $H = \delta \cdot (a + h) = 0.03 \cdot 109 = 3.27 \text{ см}$

$$Z = \sqrt{H^2 + \Delta^2} = \sqrt{3.27^2 + 9^2} \approx 9.5 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\delta = 2^\circ (n_2 - 1) = 0.07 \text{ рад}$ 2) $H = 2^\circ (n_2 - 1) (a + h) = 7.2 \text{ см}$

$$3) Z = \sqrt{H^2 + \Delta^2} = 5 \text{ см}$$

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!



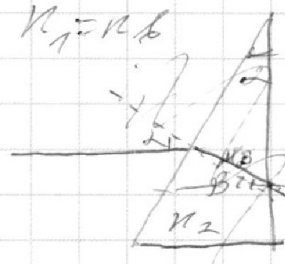
№5 $n_1, n_2, n_3 = 1, \alpha = 90^\circ$ см $L = 0,7$ м:

$h = 19$ см
1) $\delta = ?$ 2) $\beta = ?$ 3) $\gamma = ?$

$n_1 = n_3 = 1, n_2 = 1,7$

Рассмотрим волну

$n_1 = n_3$ $n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$
Закон сохранения энергии, но
 $n_1 = 1 = n_2 \cdot \beta \Rightarrow \beta = \frac{n_1 \cdot \alpha}{n_2} = \frac{0,7 \cdot 1}{1,7}$
 $n_1 = 1$

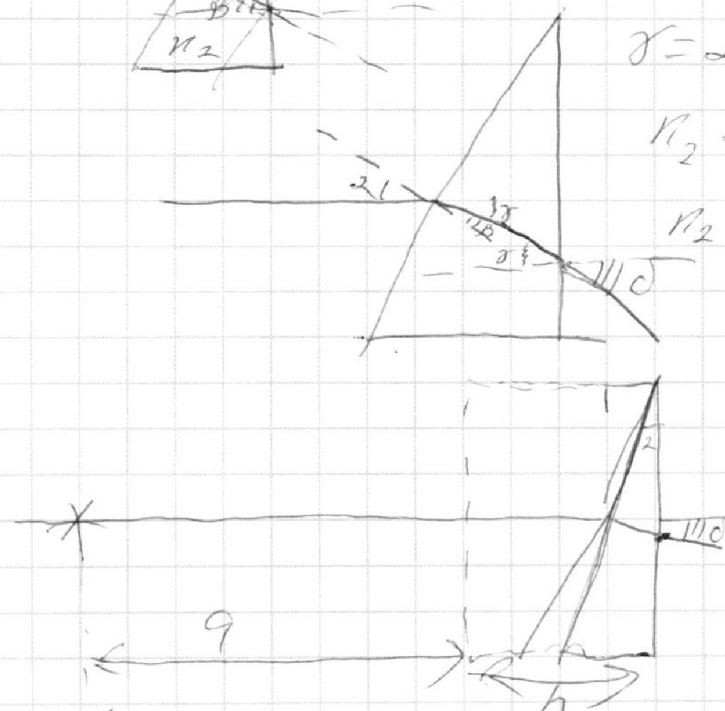


$$\gamma = L - \beta = L - \frac{\alpha}{n_2} = L \left(\frac{n_2 - 1}{n_2} \right)$$

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

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

$$\delta = L(n_2 - 1) = 0,7 \cdot 0,7 = 0,49 \text{ м}$$



из геометрии

мы можем найти высоту H от GO (вершина отрыва) на высоту $H = 0 \cdot (\alpha + h) = 0,07(0,7 + 19) = 1,421 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

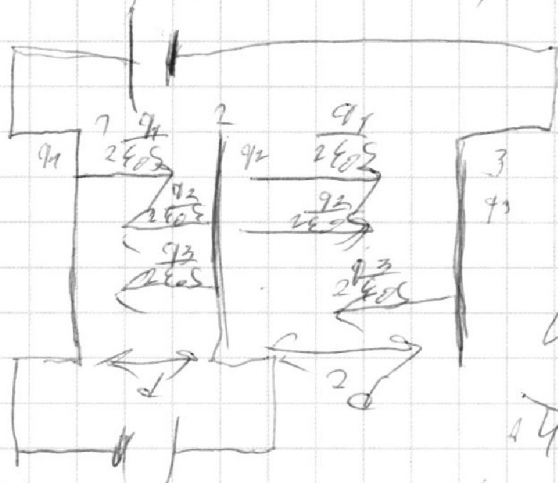
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$\sqrt{3} d$; $2d$; $U_1 = U$ $U_2 = 3U$ м. q ; $\sqrt{6}$; $\frac{d}{2}$
 1) $U_{12} = ?$ 2) $K_1 - K_2 = ?$ 3) $U_A = ?$



$q_1 = 20$; $q_2 = 80$; $q_3 = 20$

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

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

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

$E_2 = \frac{q}{\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3)$

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

$U_{32} = E_2 \cdot 2d$
 $-3q_2 - q_1 - 2q_3 = -10q_2$
 $-7q_2$

$P = \left(\frac{LI^2}{2} \right)' = LI \cdot I' = LI_{ad}$ $P_R = (I^2 R)' = I R i_d$
 $P_L = \frac{LI^2}{2}$

$U_L = L I' = L \frac{dI}{dt}$

$1,4 = 0,07 = 2 \cdot 0,049 = 0,098$

$104 \cdot 0,77 \text{ мк}$ $104 \cdot 0,07 =$
 $7,28$

$3,72$
 $3,12$
 $0,0624$
 $0,312$
 $3,36$
 $3,7344$

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!



$M = 1500 \text{ кг}$, $F_K = 600 \text{ Н}$, $F_{\text{тяги}} = 2 \text{ Н}$
 1) $a_0 = ?$ 2) $F_0 = ?$ 3) $P_0 = ?$
 В начале $a = 0 \Rightarrow F_K = F_{\text{тяги}} = K V \Rightarrow 600 \text{ Н} = K \cdot 25 \text{ м/с}$
 $K = 24 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}}$
 $a_0 = \frac{F_0}{M} = \frac{24 \text{ Н}}{1500} = 0,016 \text{ м/с}^2$
 $F_0 - F_{\text{тяги}} = M a_0 \Rightarrow F_0 = m a_0 + F_{\text{тяги}} = 1500 \cdot 0,016 + 24 \cdot 10 = 840 \text{ Н}$
 $P_0 = F_0 \cdot V_0 = 840 \cdot 10 = 8400 \text{ Вт}$
 $\sqrt{L V \cdot H E \cdot K_2 81 \text{ (CZ)}}$, $P_0 = P_{\text{тяги}} / 2$, T_0 , $T = 373 \text{ К}$, $\frac{V}{5}$
 $N = K p' w \cdot K \approx 0,5 \cdot 10 \text{ мм}$, $R T = 3 \cdot 10 \text{ мм}$, $P_{\text{тяги}} \approx 0$
 4) $\frac{P_0}{V_0} = ?$ 5) $\frac{P}{T} = ?$ 6) $\frac{P}{V} = ?$
 До: $P V_0 = P_0 R T_0$
 $P_0 \frac{V_0}{2} = P_K - R T_0 \Rightarrow \frac{P}{V} = 2$

P_0	темн.
V	темн.
P_0	темн.
V	темн.

 $\frac{V}{4}$

P_0	темн.
V	темн.
P_0	темн.
V	темн.

 $P_1 = P_2$
 $P_1 \cdot \frac{2}{3} V_0 = P_2 \cdot \frac{2}{3} V_0$
 $P_2 = P_{\text{тяги}} + P_{\text{тяги}}$
 $P_2 V_0 \cdot \frac{2}{3} V_0 = P_{\text{тяги}} \cdot \frac{2}{3} V_0 = (V_K - 10) R T$
 $P_2 = P_{\text{тяги}} + P_{\text{тяги}}$
 $P_{\text{тяги}} \cdot \frac{2}{3} V_0 = (V_K - 10) R T$
 $4,9 \cdot 77 = 373 \cdot 23$

77	75
76	76
80	80
76	76
740	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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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