



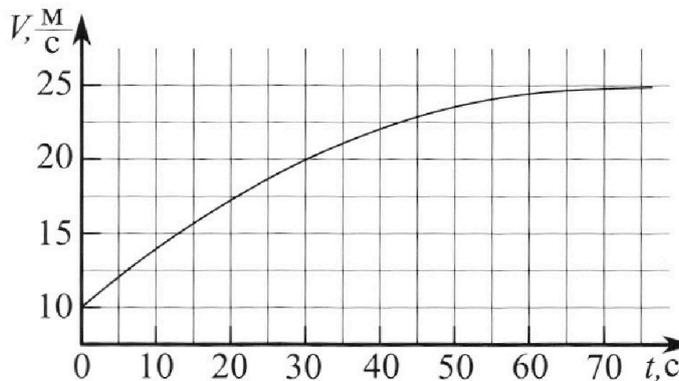
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

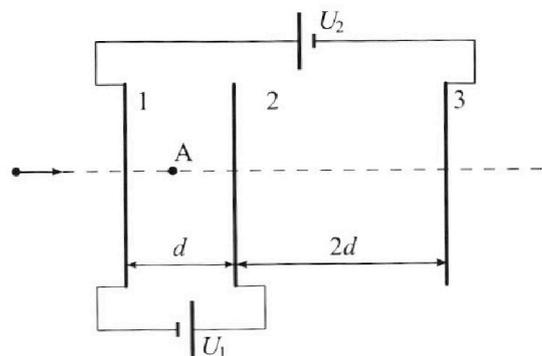
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

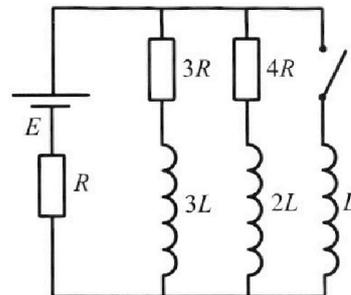
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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.

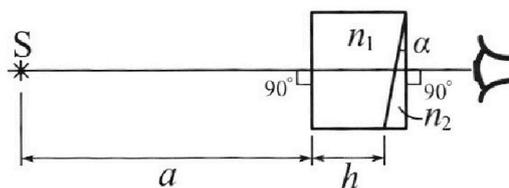


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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  
 $\lambda$  - коэффициент трения

1)  $a_0$  2)  $F_0$  3)  $P_0$

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

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

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

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

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

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

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

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!

$$\frac{21}{70} (5T - 4T_0) = (1 + RT_0K) T$$
$$3,5T - 4,4T_0 = T + RT_0K \Rightarrow T_0 = \frac{4,5T}{4,4 + RT_0K} = \frac{4,5T}{4,4 + 0,05T_0}$$
$$T_0 = \frac{4,5 - 373}{4,4 + 1,5} \approx \frac{4,5}{6,9} = 373 = \frac{19 \cdot 373}{23} \approx 15,16 = 240K$$
$$\frac{I}{T_0} = \frac{23}{15}$$

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

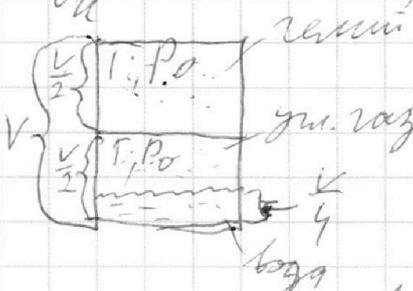


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

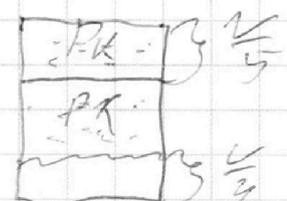
1)  $\frac{\Delta V}{V_0} = ?$  2)  $\frac{T}{T_0} = ?$  До нагрева.



Для гелия:  $p_0 \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} R T_0$   
 (для водорода):  $p_0 \frac{V}{2} = \nu_{\text{H}_2} R T_0$

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

$\Delta \nu_{\text{O}_2} = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \dots$   
 после нагрева:



В конце смешива в равновесии, при объеме  $V_k$ .

$p_k \cdot \frac{V}{5} = \nu_{\text{He}} R T$   
 $\frac{p_k}{p_0} = \frac{2}{5} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow p_k = \frac{5}{2} p_0 \frac{T}{T_0}$

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

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

$p_{\text{атм}} \left( \frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - 1 \right) \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_{\text{He}} + \nu_{\text{O}_2}) \cdot R T$

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

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

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

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):

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

$$\varphi_A = 0 \quad \varphi_{bA} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 5d} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 3d} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 11d} =$$

$$\varphi_{bA} = \frac{q}{\epsilon_0 5d} \left( \frac{q_1}{3} + \frac{q_2}{11} + \frac{q_3}{19} \right)$$

$$q_1 + \frac{q_2}{3} + \frac{q_3}{11} = \frac{3q\epsilon_0 5}{5d} + \frac{4q\epsilon_0 5}{3 \cdot 5d} + \frac{6q\epsilon_0 5}{11 \cdot 5d} = \frac{q\epsilon_0 5}{5d} \left( 3 + \frac{4}{3} + \frac{6}{11} \right) =$$

$$= \frac{q\epsilon_0 5}{5d} \left( \frac{165}{55} + \frac{44}{55} + \frac{30}{55} \right) = \frac{q\epsilon_0 5}{5d} \left( \frac{239}{11} \right) =$$

$$= \frac{106}{55} \frac{q\epsilon_0 5}{d} \Rightarrow \varphi_{bA} = \frac{2 \cdot 106}{5 \cdot 55} \cdot \frac{q}{d^2} = \frac{206}{155} \frac{q}{d^2}$$

$$E_{bA} = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 5d} = 0 \quad \varphi_A = \varphi_{bA} = E_{bA} \cdot \frac{d}{2} = \frac{q}{d}$$

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

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

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:

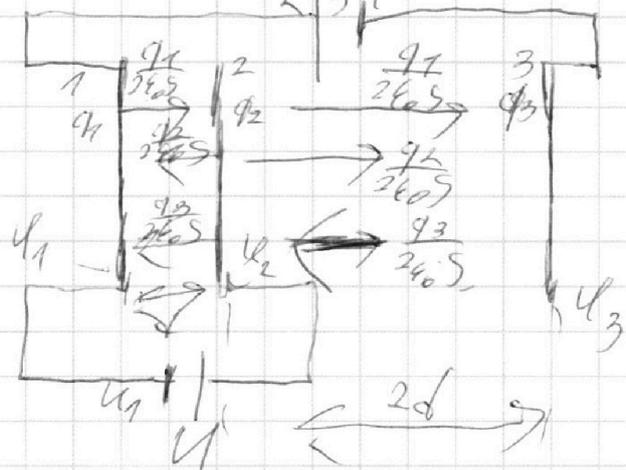
- 1  2  3  4  5  6  7

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

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

$$U_3 - U_1 = 3U$$

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

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

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

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

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_3 = -q_1 - q_2$$

$$q_1 = -q_2 - q_3$$

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

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

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

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

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

$$3U \cdot m \cdot A_{12} = K_1 - K_2 = \frac{\pi \sqrt{\epsilon_0}^2}{2} - \frac{\pi \sqrt{\epsilon_0}^2}{2}$$

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

$$\Rightarrow \frac{\pi \sqrt{\epsilon_0}^2}{2} = \frac{\pi \sqrt{\epsilon_0}^2}{2} \cdot \frac{U \cdot q}{4}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

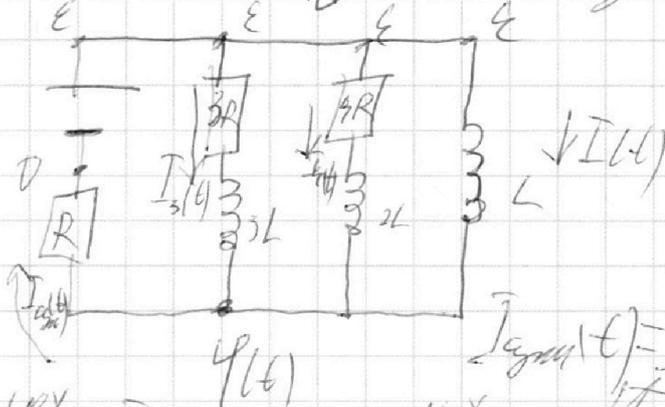
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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:



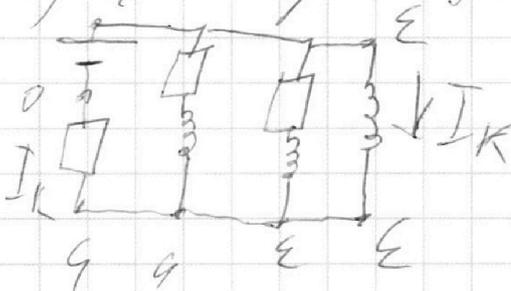
$$\begin{aligned} \varepsilon &= U(t) \\ U_{3L} &= \varepsilon - U(t) = I_{3L}(t) \cdot 3R = 3R I_3 \\ U_{2L} &= \varepsilon - U(t) - I_1(t) \cdot 4R = 2L I_2 \\ U_L &= \varepsilon - U(t) = 2L I_1 \end{aligned}$$

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

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

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

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



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

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

Ответ: 1)  $I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$     2)  $I_{L(10)} = \frac{22\varepsilon}{19L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

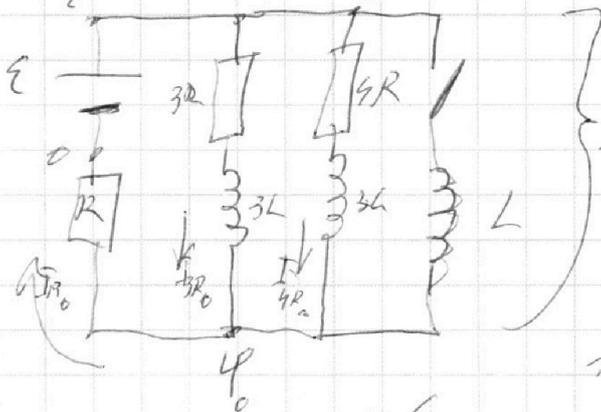
**МФТИ**

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



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

0) Рассчитаем узлы с замкнутым ключом, так в цепи постоянная ток, напряжения на катушках равны 0.



Метод  
потенциалов

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

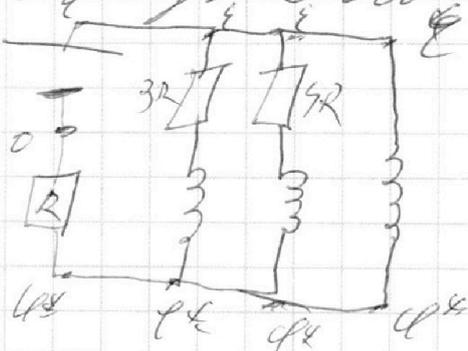
$$\frac{U}{R} = \frac{\epsilon - U}{3R} + \frac{\epsilon - U}{4R} \quad | \cdot 12R$$

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

$$U = \frac{7\epsilon}{19} \quad \Rightarrow \quad U' = 7\epsilon$$

$$I_{R_0} = I_{3R_0} = \frac{\epsilon - U}{3R} = \frac{\epsilon - \frac{7\epsilon}{19}}{3R} = \frac{12\epsilon}{19 \cdot 3R} = \frac{4\epsilon}{19R}$$

1) Рассчитаем узлы сразу после зам.к. Так цепь имеет постоянные напряжения, не изменяются.



→ через R будет протекать тот же ток.

$$U^* = U_0 \Rightarrow U = \epsilon - U^* = \frac{12\epsilon}{19}$$

$$U_{3L} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow I_L(t) = \frac{U_{3L}(t) - 12\epsilon}{L} = \frac{12\epsilon}{19L}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

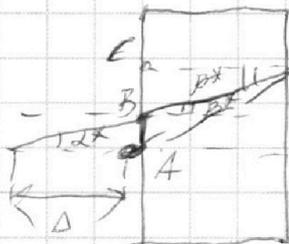
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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  $h$  из воздуха. Тогда угол падения на  $\Delta$  луча равен  $2\alpha$  по условию  $2\alpha$



$$AB = h \cdot \tan 2\alpha$$

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

$$AC = h \cdot \tan 2\alpha$$

$$1 \cdot \sin 2\alpha = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$\beta = \frac{2\alpha}{n_1}$$

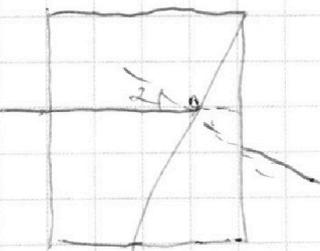
$$AC = AB + BC \Rightarrow h \cdot \tan 2\alpha + h \cdot \tan \beta = h \cdot \tan 2\alpha$$

$$A = h \left( \frac{2\alpha}{n_1} - 2\alpha \right) \Rightarrow A = 2\alpha + \beta - 2\alpha = h \cdot 2\alpha$$

$$A = h \left( \frac{2\alpha}{n_1} - 2\alpha \right) = \frac{h \cdot 2\alpha}{n_1} \left( \frac{n_1 - 1}{n_1} \right) = \frac{2\alpha h (n_1 - 1)}{n_1}$$

$$\Delta = \frac{2\alpha h (n_1 - 1)}{n_1} = \frac{2 \cdot 0.9 \cdot 4}{1.4} = 4 \text{ см}$$

Теперь рассмотрим свет  $n_2$ . Теперь рассмотрим  $\beta$  - угол, под кот. идет лучи.



Изот условия параллельности преломляющих

$$n_1 \cdot \sin \beta = n_2 \cdot \sin \delta \Rightarrow \delta = \frac{n_1 \cdot \beta}{n_2}$$

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

$$n_1 \cdot \sin \beta = 1 \cdot \sin \delta$$

$$\delta = n_2 \cdot \beta = 2 \left( \frac{n_2 - n_1}{n_2} \right) = 0.9 \cdot 0.3 = 0.27 \text{ рад}$$

Векторный свет  $H = \delta \cdot (a + h) = 0.27 \cdot 10.9 = 2.95 \text{ см}$

$$Z = \sqrt{H^2 + \Delta^2} = \sqrt{2.95^2 + 4^2} \approx 5 \text{ см}$$

Ответ: 1)  $\delta = 2 \left( \frac{n_2 - n_1}{n_2} \right) = 0.27 \text{ рад}$  2)  $H = 2 \left( \frac{n_2 - n_1}{n_2} \right) (a + h) = 2.95 \text{ см}$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

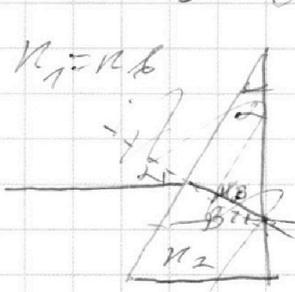


№5  $n_1, n_2 \cdot n_6 = 1, a = 50 \text{ см } \angle = 0,7 \text{ град}$

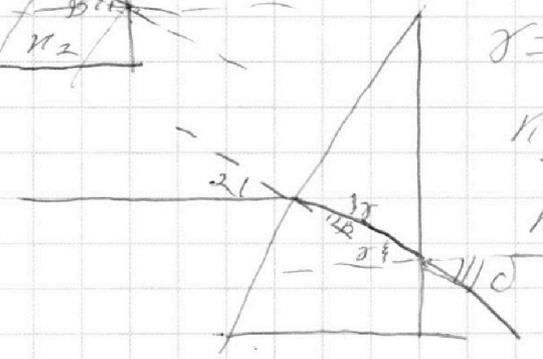
$h = 19 \text{ см}$   
 1)  $\sigma = ?$     2)  $\beta = ?$     3)  $\frac{\sigma}{\beta} = ?$

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

Рассмотрим волну



$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$   
 по п. Snell по п.  $n_1 = 1 = n_2 \cdot \beta \Rightarrow \beta = \frac{n_1 \cdot \alpha}{n_2} = \frac{0,1 \cdot 1}{1,7} = 0,0588$   
 $n_1 = 1$

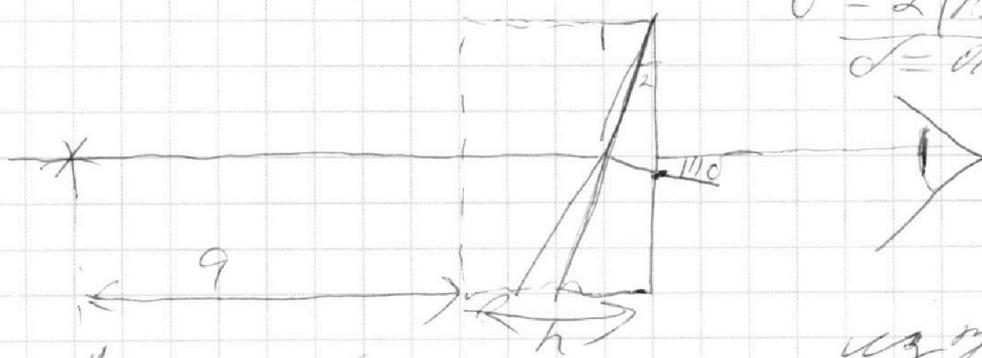


$\gamma = \alpha - \beta = \alpha - \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \left( \frac{n_2 - 1}{n_2} \right)$

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

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

$\delta = \alpha (n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ град}$   
 $\frac{\sigma}{\beta} = 0,07 \text{ град}$



из геометрии  
 высота  $h = a \cdot \sin \delta = 50 \text{ см} \cdot \sin 0,07 \text{ град} = 50 \text{ см} \cdot 0,00122 = 0,061 \text{ см}$   
 на высоте  $H = a + h = 50 \text{ см} + 0,061 \text{ см} = 50,061 \text{ см}$   
 $= 0,07, 26 \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

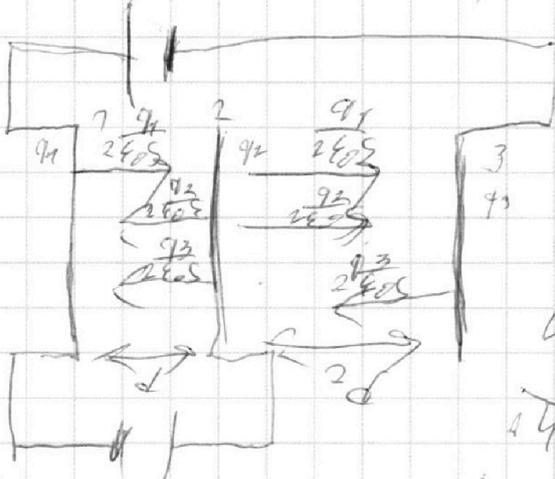
1     2     3     4     5     6     7



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)  $V_A = ?$



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

$U = 2\epsilon_0 S \cdot d = q_1 - q_2 - q_3$   
 $U_{23} = 3U = E_2 \cdot 2d$

$3U \cdot 2\epsilon_0 S \cdot d = E_2 \cdot 2d = \frac{d}{\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3)$   
 $U_{31} = 3U = E_2 \cdot d$      $U_{32} = U_{31} - U_{21} = 4U$   
 $U_{32} = E_2 \cdot 2d$      $-3q_2 - q_3 = -10q_2$

$P = \left( \frac{L I^2}{2} \right)' = L I \cdot I' = L I_{ad}$      $P_R = (I^2 R)' = 2 I R I'$   
 $P_{L,um} = L \cdot q$      $P_L = \frac{U I^2}{2}$

$U_L = L I' = L \frac{U I'}{L I} = U_L$      $1,9 = 0,07 = 2 \cdot 0,049 = 0,098$

$U_0 = 104 \cdot 0,77 \cdot 10^4$      $104 \cdot 0,07 =$      $9,2 \cdot 10^4$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

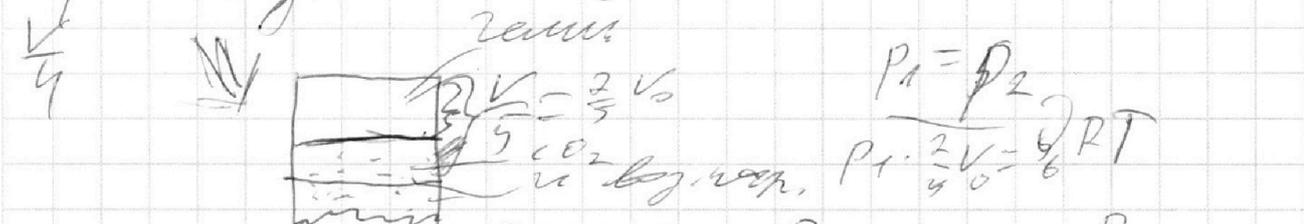
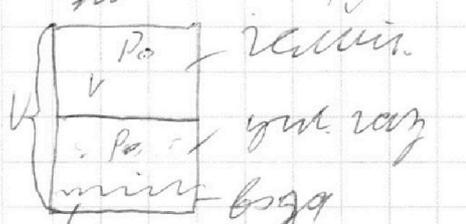


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$M = 1500 \text{ кг}$ ,  $F_k = 600 \text{ Н}$ ,  $F_{\text{тяги}} = \Delta V$   
 1)  $a_0 = ?$  2)  $F_{00} = ?$  3)  $P_0 = ?$   
 В начале  $a = 0 \Rightarrow F_k = F_{\text{тяги}} = kV \Rightarrow 600 \text{ Н} = k \cdot 25 \text{ м/с}$   
 $k = 24 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}}$   
 $a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{24 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = 4,8 \text{ м/с}^2$   
 $F_0 - F_{\text{тяги}} = M a_0 \Rightarrow F_0 = M a_0 + F_{\text{тяги}} = 1500 \cdot 4,8 + 24 \cdot 10 = 8400 \text{ Н}$   
 $P_0 = F_0 \cdot V_0 = 8400 \cdot 10 = 84000 \text{ Вт}$

$L = 1 \text{ м}$ ,  $\mu = 0,2$ ,  $T_0 = 373 \text{ К}$ ,  $\frac{V}{5} = 2 \text{ м/с}$   
 $N = k p l w \cdot k \approx 0,2 \cdot 10 \text{ м/с}$ ,  $R T = 3 \cdot 10 \text{ м/с}$ ,  $P_{\text{тр}} \approx 0$   
 1)  $\frac{dP}{dt} = ?$  2)  $\frac{1}{T} = ?$   
 Дано:  $P V_0 = P_0 R T_0$ ,  $\frac{P_0 V_0}{2} = P_1 R T_1 \Rightarrow \frac{P_1}{P_0} = 2$



$P_{\text{тяги}}(373 \text{ К}) = 10^5 \text{ Па}$ ,  $P_2 = P_{\text{тяги}} + P_{\text{атм}}$   
 $\Delta V = k \cdot P_2 \cdot \frac{V_0}{2}$ ,  $P_2 V_0 \cdot \frac{2}{5} V = P_{\text{атм}} \cdot \frac{2}{5} V_0 = (P_2 - 10^5) R T$   
 $P_2 = P_{\text{тяги}} + P_{\text{атм}}$ ,  $P_{\text{атм}} \cdot \frac{2}{5} V_0 = (P_2 - 10^5) R T$

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"/>						



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