



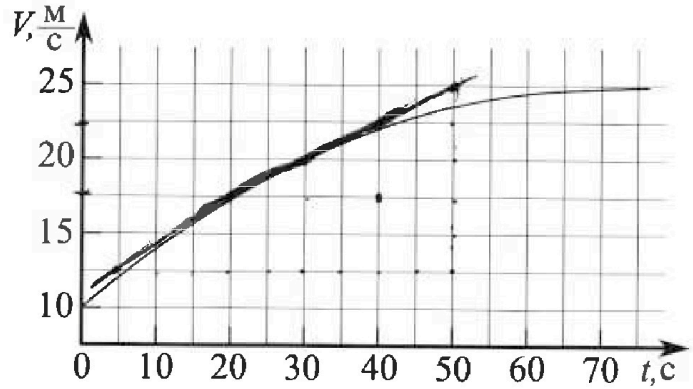
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой  $m = 1800$  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  $F_k = 500$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $v_1 = 20$  м/с.
- 2) Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $v_1$ .
- 3) Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $v_1$ ?

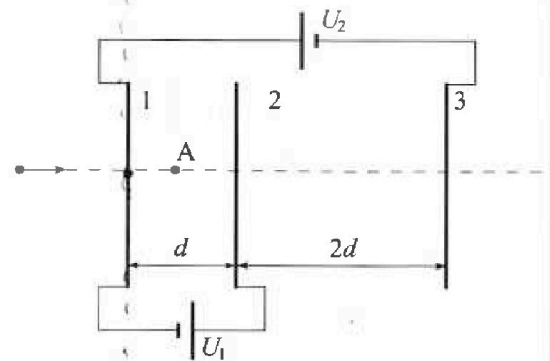
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 5T_0/4 = 373$  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  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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 начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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  $U_2 = 4U$ . 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  $d/3$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

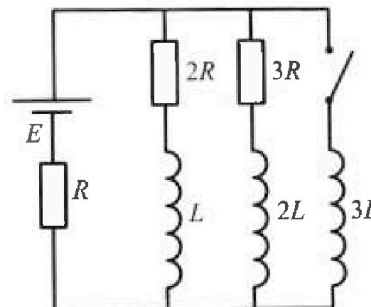
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_0$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $3L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) К какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  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  $a = 194$  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  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

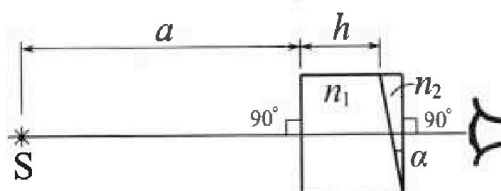


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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!

Дано:	Решение:
$m = 1800 \text{ кг}$ $F_k = 500 \text{ Н}$ $F_{\text{сопр}} = kV$	<p>Ускорение - это производная скорости, на графике <math>v(t)</math> - производная - это касательная проведенная к графику в заданной точке.</p> <p>Значение производной - тангенс угла наклона касательной.</p> <p>Проведи касательную к графику к точке <math>v = 20</math> (<math>t = 30</math>) видно, что <math>\tan \alpha</math> (угла наклона) = <math>\frac{2}{4} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}</math></p> <p><math>\Downarrow</math></p> $a_1 = \frac{1}{4} \text{ м/с}^2 = 0,25 \text{ м/с}^2$
<p>Итак:</p> <p>1) <math>a_1</math> - ?</p> <p>2) <math>F_1</math> - ?</p> <p>3) <math>P_1</math> - ?</p>	

2) R! конец разгона  $a = 0 \Rightarrow F_{\text{тяги}} = F_{\text{сопр}}$

$$500 = k \cdot 25 \Rightarrow k = \frac{500}{25} = \frac{5 \cdot 4}{1} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

R! момент, когда  $V = V_1$ ,  $a_1$

по II ЗК.

$$ma = F_k - F_{\text{сопр}}$$

$$ma_1 = F_1 - kV_1$$

$\Downarrow$

$$F_1 = ma_1 + kV_1 = 1800 \cdot \frac{1}{4} + 20 \cdot 20 = 450 + 400 = 850 \text{ Н}$$

3)  $P = FV$

$$P_1 = F_1 V_1 = 850 \cdot 20 = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$$

Ответ:  $a_1 = \frac{1}{4} \text{ м/с}^2$ ;  $F_1 = 850 \text{ Н}$ ;  $P_1 = 17 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

$$\begin{array}{r} \times 850 \\ 20 \\ \hline 17000 \\ \hline 17000 \end{array}$$

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!

Дано:

$$V \quad V_A = V_B = \frac{1}{2} V$$

$$T_0 \quad T = \frac{5}{4} T_0 = 373 K$$

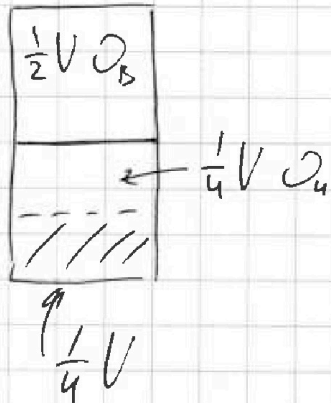
$$V_{B0} = \frac{1}{4} V$$

$$V_{KB} = \frac{1}{5} V$$

Искать:

- 1)  $\frac{Q_B}{Q_A}$  - ?
- 2)  $p_0$  - ? ( $p_0$  - крайн)

Решение:



Тк поршень покоится, он теплопроводящий и невесомый а также  $p_{из}$  при  $T_0$  пренебрегаем

$$p_B = p_A = p_0$$

$$T_B = T_A = T_0$$

По уравнению М-К:

$$(1) p_0 \frac{1}{2} V = Q_B R T_0 \Rightarrow \frac{Q_B}{Q_A} = 2$$

$$(2) p_0 \frac{1}{4} V = Q_A R T_0 \Rightarrow \frac{Q_B}{Q_A} = 2$$

$$Q_A = \frac{1}{2} Q_B$$

2) После нагревания поршень покоится  $\Rightarrow$

$$\cancel{p_B = p_A} \quad V_{BK} = \frac{1}{5} V \quad V_{HK} = \frac{11}{20} V$$

$$Q_B' = Q_B = \text{const} \quad Q_A' = Q_A + \Delta Q = \frac{1}{2} Q_B + p_0 k V \frac{1}{4}$$

$$\text{тк } T = \frac{5}{4} T_0 = 373 K \text{ or } 100^\circ C$$

$$p_B' = p_A' + p_{из} \quad p_{из} = 10^5 Pa$$

$$p_B' \frac{1}{5} V = Q_B R \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow \frac{2 p_B'}{5 p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow p_B' = \frac{25}{8} p_0$$

$$p_0 \frac{1}{2} V = Q_A R T_0$$

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

МФТИ

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

$$P_H' = \frac{(\Delta u + \Delta W) RT}{\frac{11}{20} V} = \frac{\frac{1}{2} \Delta_B RT + \frac{1}{4} P_0 V (kRT)^{-1}}{\frac{11}{20} V}$$
$$= \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{25}{8} P_0 \frac{1}{5} V + \frac{1}{4} P_0 V}{\frac{11}{20} V} = \frac{\frac{5}{16} P_0 + \frac{4}{18} P_0}{\frac{11}{20}} = \frac{9}{16} P_0$$

$$P_H' = \frac{9 \cdot 20}{16 \cdot 11} P_0 = \frac{9 \cdot 5}{44} P_0$$

$$\frac{25}{8} P_0 = \frac{45}{44} P_0 + 10^5$$

$$\left( \frac{25}{8} - \frac{45}{44} \right) P_0 = 10^5$$

$$\frac{25}{8 \cdot 4} - \frac{45}{4 \cdot 11} = \frac{275 - 90}{88} = \frac{185}{88}$$

$$P_0 = \frac{88}{185} \cdot 10^5$$

Ответ  $\frac{\Delta_B}{\Delta u} = 2$ ,  $P_0 = \frac{88}{185} P_{атм} = \frac{88}{185} P_{атм}$ .

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. Нюанс QR-кода недопустима!

Дано

$$d, 2d$$

$$C_1 = C$$

$$C_2 = 4C$$

$$m, q > 0$$

$$U_0 \ll \varphi$$

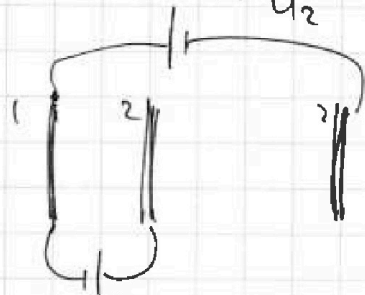
Найти

1)  $q_{12}$  - ?

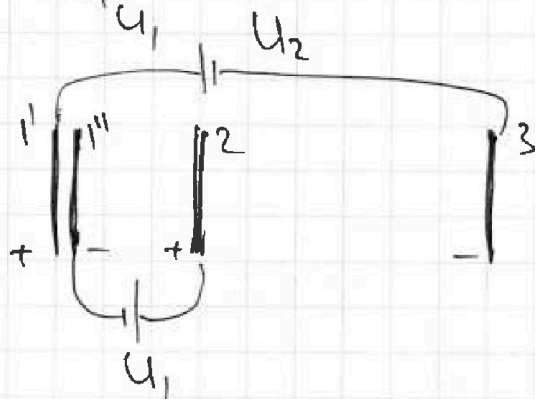
2)  $k_1 - k_2$

3)  $U_A$  - ?

Решение  $U_2$



Плоскости  $n=1$   
мысленно  
разделим на 2  
пластины.



$$|q_1'| = |q_3| = q$$

$$|q_1''| = |q_2| = q^*$$

$$q_1'' < 0 \quad q_2 > 0$$

$$q_1' > 0 \quad q_3 < 0$$

$$C_{13}' = \frac{3d}{2\epsilon_0 S} \frac{\epsilon_0 S}{3d} \quad C_{12}'' = \frac{d}{\epsilon_0 S} \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$q = C_{13}' U_2 = \frac{3d}{\epsilon_0 S} \frac{4U\epsilon_0 S}{3d} \quad q^* = C_{12}'' U_1 = \frac{d}{\epsilon_0 S} \frac{4\epsilon_0 S}{d}$$

Найдём  $E_{12}$

$$E_{12} = \frac{q}{2\epsilon_0 S} + \frac{q^*}{2\epsilon_0 S} - \frac{q^*}{2\epsilon_0 S} - \frac{q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{12} = \frac{|q_1'|}{2\epsilon_0 S} + \frac{|q_1''|}{2\epsilon_0 S} - \frac{|q_2|}{2\epsilon_0 S} - \frac{|q_3|}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{12} = \frac{4U\epsilon_0 S}{2\epsilon_0 S d} - \frac{4U}{2d} - \frac{4U}{2d} + \frac{4U}{6d} = \frac{8U - 6U}{6d} = \frac{1U}{3d}$$

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!

$$\cancel{E_{gr}} = F_{\text{Эн}} = qE = \frac{qU}{3d}$$

$$ma = F_{\text{Эн}} = \frac{qU}{3d}$$

$$a_{12} = \frac{qU}{3dm}$$

2) ЗСЭ:

$$K_1 + \Pi_1 = K_2 + \Pi_2 = K_0$$

$$\Downarrow$$
$$K_1 - K_2 = \Pi_2 - \Pi_1 = q(\varphi_2 - \varphi_1) = qU_{21} = qE_{12}d_{12}$$

$$\Pi_1 = q\varphi_1 \quad \varphi_1 =$$

$$\Pi_2 - \Pi_1 = qd \frac{U}{3d} = \frac{qU}{3}$$

$$K_1 - K_2 = \Pi_2 - \Pi_1 = \frac{qU}{3}$$

3) ЗСЭ:

$$\Delta K = \Delta \Pi = qE_{12}d_{1A} = q \frac{U}{3d} \cdot \frac{d}{3} = \frac{qU}{9}$$

$$\frac{m(v_0^2 - v_A^2)}{2} = \frac{qU}{9} \quad v_0^2 - v_A^2 = \frac{2qU}{9m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{9m}}$$

Ответ: 1)  $a_{12} = \frac{qU}{3dm}$ ;  $K_1 - K_2 = \frac{qU}{3}$ ;  $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{9m}}$

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. Поряк QR-кода недопустима!

Дано:

$\mathcal{E}; R; l_1$

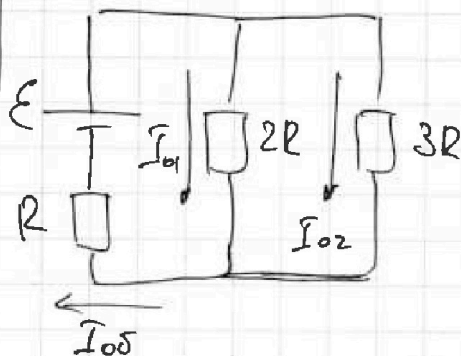
Решение:

1)  $\gamma_k$  в цепи решим установившееся катушке  $4 \mu$  и  $2l_1$  можно считать просто проводом.

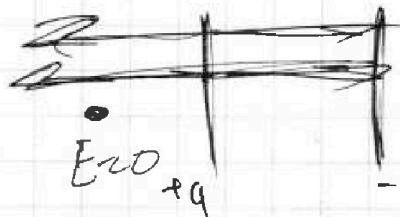
$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{эк}}}$$

$$R_{\text{эк}} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R$$

$$I_0 = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$$



$$I_{01} = \frac{3}{5} \cdot I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$$



2)  $U_{34}$  сразу после замыкания ключа  $= \mathcal{E} - U_R$

$$\mathcal{E} - I_0 R = \mathcal{E} - \frac{5\mathcal{E}}{11} = \frac{6}{11}\mathcal{E}$$

$$U_{34} = 3l_1 I' \Rightarrow I' = \frac{U_{34}}{3l_1} = \frac{6\mathcal{E}}{11 \cdot 3l_1} = \frac{2\mathcal{E}}{11l_1}$$

3) После замыкания ключа в цепи установившееся решение  $\rightarrow$  катушка  $3l_1$  можно

будет считать перемычкой (проводом  $\epsilon R_{34} = 0$ )

и ток через резисторы не будет течь.

~~Потенциал сохраняется одинаковым по вет.~~

~~$$4I_{10} + 2l_1 I_{20} = 3l_1 I_{30}$$~~



1  2  3  4  5  6  7

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

Дано:

$\mathcal{E}, R, L$

Найти:

1)  $I_0$  - ?

2)  $I'_{3L}$  - ?

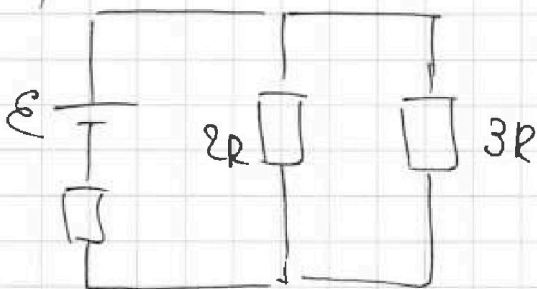
3)  $q_{2R}$  - ?

Решение.

1) Так в цепи резисторы установлены

катюшки  $L$  и  $2L$  можно считать

просто проводками.



$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_{эк}}$

$R_{эк} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R$

$I_0 = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$

$I_{01} = \frac{3}{5} I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$

2)  $U_{3L}$  сразу после замыкания ключа =

$= \mathcal{E} - U_R = \mathcal{E} - I_0 R = \frac{6}{11} \mathcal{E}$

$U_{3L} = 3L I' \Rightarrow I' = \frac{U_{3L}}{3L} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$

3) После замыкания ключа в цепи установившаяся резистор  $\rightarrow$  катушку  $3L$  можно

считать просто проводом.

$U_{3L} = \frac{3L \Delta I}{\Delta t}$

где  $\Delta I$  - полное изменение тока через катушку

$\Delta t$  - время, за которое

в цепи установившаяся резистор  $\Rightarrow$  через которое ток через резисторы  $2R$  и  $3R$  перестанет течь.

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"/>

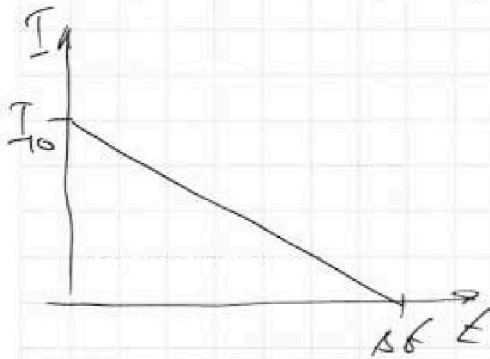
МФТИ

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

$$\Delta I = I_K = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\frac{3\mathcal{E}}{11R} = \frac{34\mathcal{E}}{R \Delta b} \Rightarrow \Delta b = \frac{114}{2R}$$

Ток через  $2R$  будет складываться поперечно,  
построим график:



$$q = \frac{1}{2} I_{10} \cdot \Delta b = \frac{1}{2} \cdot \frac{3\mathcal{E}}{11R} \cdot \frac{114}{2R} = \frac{34\mathcal{E}}{4R^2}$$

$$\text{Ответ: } I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}; I_{34} = \frac{2\mathcal{E}}{114}; q = \frac{34\mathcal{E}}{4R^2}$$

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!

Дано:

$$n_1, n_2$$

$$n_B = 1$$

$$a = 194 \text{ см}$$

$$\alpha = 91^\circ$$

$$h = 9 \text{ см}$$

Найти:

1)  $\beta$  - ?

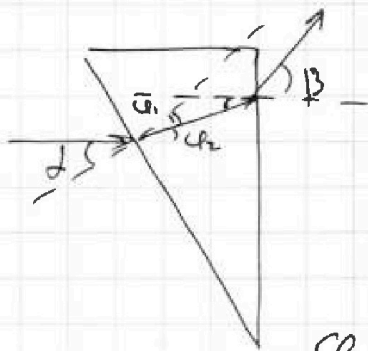
2)  $L$  - ?

3)  $L'$  - ?

Решение.

$$\alpha\text{-малый} \Rightarrow \alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha \approx 0,1$$

1) так  $n_1 = n_0 = 1$  будем считать,  
что лучи  $n_1$  входят из воздуха



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_1} = n_2$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{\alpha}{n_2} \quad \alpha_1 \ll 1$$

$$\alpha_1 = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\alpha_2 = \alpha - \alpha_1 = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$\frac{\beta}{\alpha_2} = n_2 \Rightarrow \beta = \alpha_2 n_2 = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) n_2 = \alpha (n_2 - 1)$$

$$\beta = \alpha (1,7 - 1) = 0,7 \alpha = 0,07 \text{ рад.}$$

2) Из геометрии видно, что изображение  
светящегося будет ориентироваться между  
источником и призмой.

так  $h' \ll 1$  будем считать призму  $n_2$   
тонкой линзой (рассеивающей линзой)

$$D = +\frac{1}{F} = (n_2 - 1) = 0,7 \text{ По формуле изображения}$$

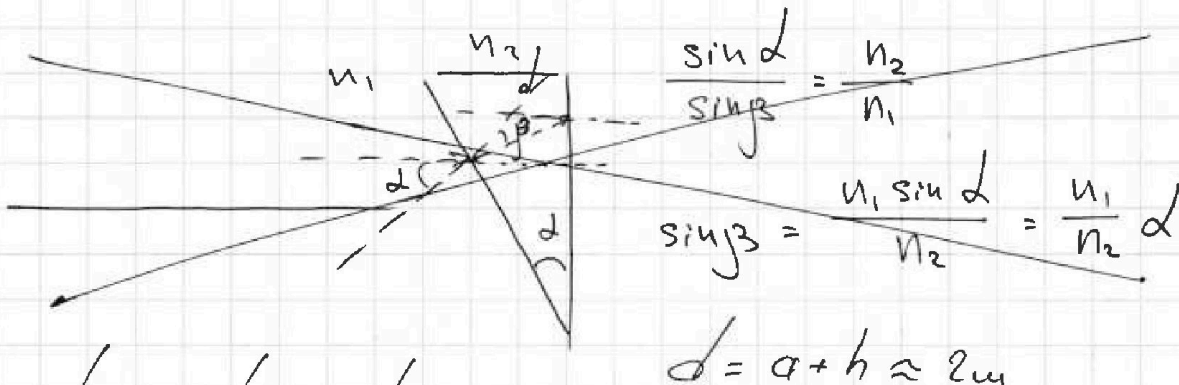
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

$$-\frac{1}{f} = -\frac{1}{F} - \frac{1}{d} = -0,7 - 0,5 = -1,2$$

$$f = \frac{10}{12} \text{ м}$$

$$L = d - f \approx 2 - \frac{10}{12} \approx \frac{14}{12} = \frac{7}{6} \text{ м}$$

Ответ: 1)  $\beta = 0,7$ ,  $\alpha = 0,07$  рад, 2)  $L = \frac{7}{6}$  м.

3) Это будет система из 2 рассеивающих линз. (лучи падают под углом  $f \ll d$  относительно системы, что лучи || ПЛО)

$$D = D_1 + D_2 = (n_2 - n_1) + (n_2 - 1) = 0,2 + 0,7 = 0,9$$

$$\frac{1}{F'} = 0,9$$

$$-\frac{1}{F'} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f'} \quad \frac{1}{f'} = \frac{1}{F'} + \frac{1}{d} = \frac{9}{10} + \frac{1}{2} = \frac{14}{10}$$

$$f' = \frac{10}{14} \text{ м} \quad L' = d - f' = 2 - \frac{10}{14} = \frac{28 - 10}{14} = \frac{18}{14} = \frac{9}{7}$$

Ответ: 1)  $\beta = 0,7$ ,  $\alpha = 0,07$  рад, 2)  $L \approx \frac{7}{6}$  м

3)  $L' \approx \frac{9}{7}$  м  $\approx \frac{9}{7}$  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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

между точкой и линзой.

тк  $h' \ll h$  будем считать линзу  $n_2$   
точкой линзы (рассеивающей линзой)

$$D = (n_2 - 1) = 0,2 \Rightarrow F = \frac{2}{10} = \frac{10}{2}.$$



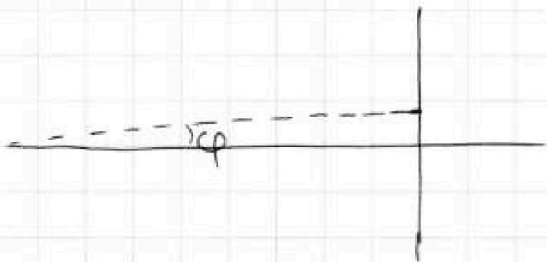
$$\begin{array}{r} 194 \\ + 9 \\ \hline 203 \end{array}$$

$$d = a + h \approx 2 \text{ м}$$

$$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow -\frac{1}{5} = -\frac{1}{F} - \frac{1}{d} = -\frac{2}{10} - \frac{1}{2,03} =$$

$$\therefore -\frac{2}{10} - \frac{1}{2} = -\frac{12}{10} \quad f = 5 \frac{10}{12} = \frac{5}{6} \text{ м}$$

$$L = d - f \approx 2 - \frac{5}{6} \approx \frac{12-5}{6} \approx \frac{7}{6} \text{ м}$$



угол  $\varphi$  настолько  
маленький, что можно  
считать, что луч  $\parallel$   
главной оптической  
оси.

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!



Дано:

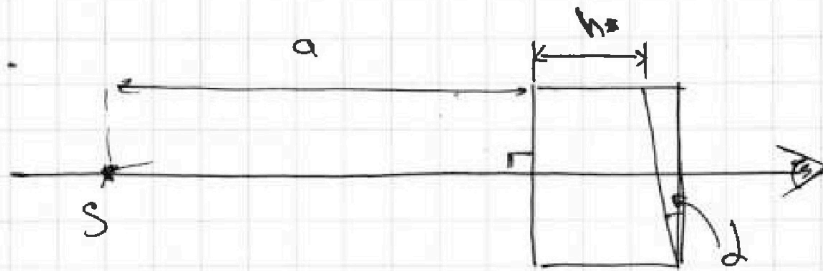
$n_1, n_2$   
 $n_0 = 1$   
 $a = 194 \text{ см}$   
 $d = 0,1$   
 $h = 9 \text{ см}$   
 $h' \ll h$

Найти:

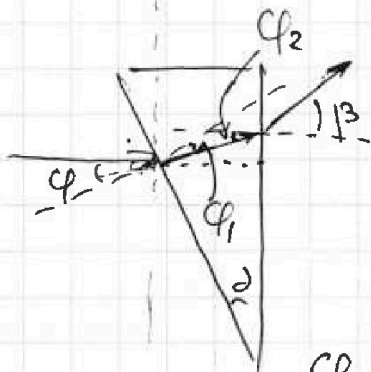
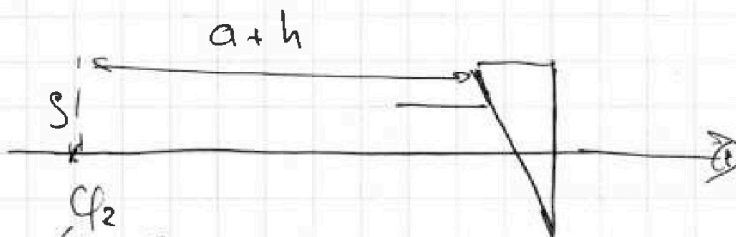
- 1)  $\beta$  - ?
- 2)  $h$  - ?
- 3)  $h'$  - ?

Решение:

$d$ -маленько  $\Rightarrow \sin d \approx \tan d \approx d \approx \alpha$



1) так  $n_1 = n_0 = 1$  будем считать, что преломл.  $n_1$  состоит из воздуха



$$\frac{\sin \varphi}{\sin \varphi_2} = n_2 \quad \sin \varphi_2 = \frac{\sin \varphi}{n_2} = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\varphi = \alpha$$

$$\varphi_2 = \varphi_1$$

$$\frac{\sin \beta}{\sin \varphi_2} = n_2 \Rightarrow \sin \beta = \sin \varphi_2 \cdot n_2 = \sin \varphi_1 \cdot n_2 = \alpha = \sin \alpha$$

$$\beta = \alpha$$

2) Из геометрии видно, что изображение источника  $S - S^*$  будет сформировано в

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7

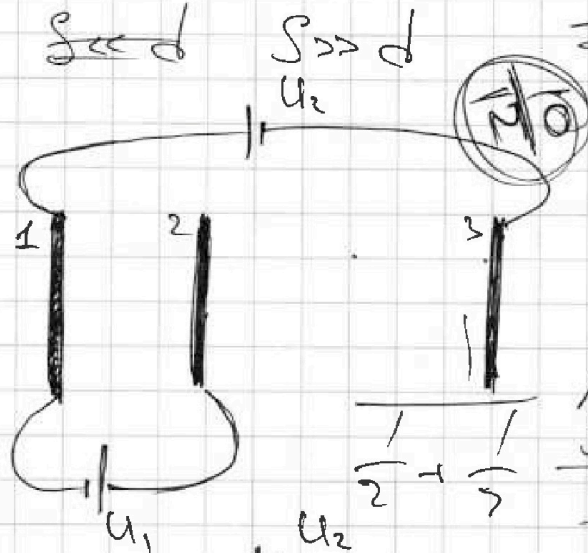
**МФТИ**

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

Дано:  
 $d, 2d$   
 $U_1 = U$   
 $U_2 = 4U$   
 $m; q > 0$   
 $\epsilon_0; q \ll Q$

- 1)  $q_{12} - ?$
- 2)  $k_1 - k_2 - ?$
- 3)  $U_A - ?$

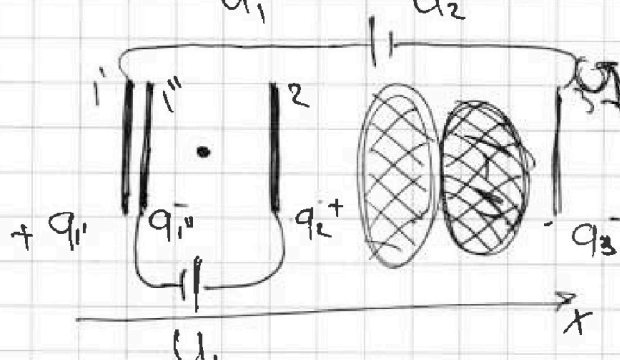
Решение:



Черновик

$\sigma_1 / \epsilon_0$      $\sigma_1' / \epsilon_0$   
 $\sigma_1'' / \epsilon_0$      $\sigma_2' / \epsilon_0$   
 $\sigma_2'' / \epsilon_0$

Мысленно разделим на две пластины.



$$\frac{1}{\frac{S}{2} + \frac{S}{2}} = \frac{\sigma}{\frac{S}{2} + \frac{S}{2}} = \frac{\sigma}{S}$$

$$C_{13}'' = \frac{3d}{\epsilon_0 S} = \frac{\epsilon_0 S}{3d}$$

$$C_{12}' = \frac{d}{\epsilon_0 S} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$|q_1'| = |q_3| = q \quad |q_1''| = |q_2| = q^*$$

$$q = C_{13}'' \cdot U_2 = \frac{3d \cdot 4U}{\epsilon_0 S}$$

$$q^* = C_{12}' \cdot U_1 = \frac{dU}{\epsilon_0 S}$$

Напряженность  $E_{12}$ :

$$E_{12} = \frac{q_1'}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_1''}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{12} = \frac{12dU}{2\epsilon_0^2 S^2} - \frac{dU}{2\epsilon_0^2 S^2} - \frac{dU}{2\epsilon_0^2 S^2} + \frac{12dU}{2\epsilon_0^2 S^2} = \frac{11dU}{\epsilon_0^2 S^2}$$

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!



$$\frac{3h \Delta T}{\Delta t} = \frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t}$$

$$T_k = \frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t}$$

Коэффициент

тоже

через

$3h$ .

$$\Delta T = \frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t}$$

$$\frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t} = \frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t}$$

$$\frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t} = \frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t}$$

12)  $3h$   $30 \text{ cm}$

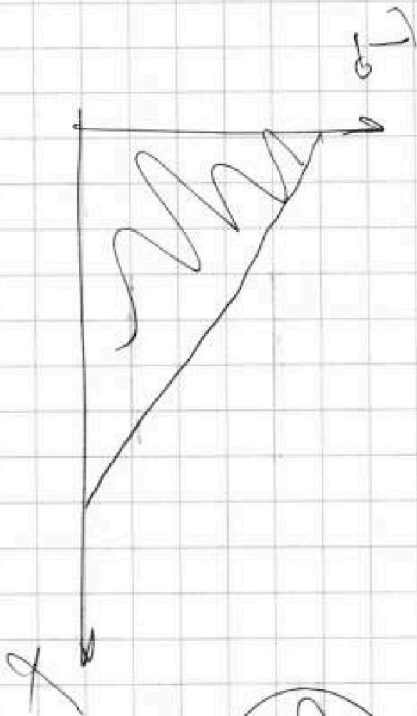
$$11h = 2P \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{11h}{2P}$$

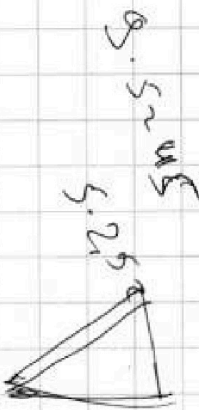
$$\frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t} = \frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t}$$

$$\frac{3h \Delta T}{\Delta t} = \frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t}$$

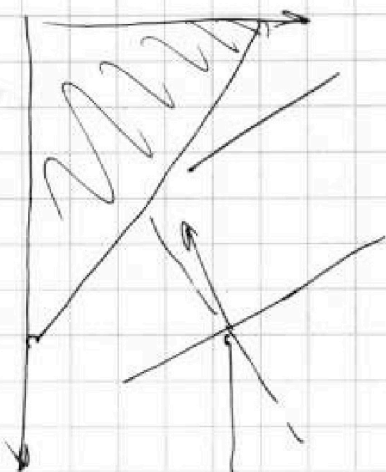
$$\frac{3h \Delta T}{\Delta t} = \frac{6}{11} \frac{P \Delta t}{\Delta t}$$



$$q_2 = T_{10} \cdot \frac{1}{2}$$



$$q_2 = \frac{1}{2} T_{10} \cdot \sqrt{2}$$





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"/>

МФТИ

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

При этом те молекулы газа, которые  
были растворены в воде «высвобождаются» и, иже  
(по условию, при температуре  $T$  углекислый  
газ в воде практически не растворяется)

⇓

$$p_B' = p_H' = p_K$$

$$(1) p_K \frac{1}{5} V = \nu_B RT \quad (\text{МК газа верхнего газа})$$

$$p_K \left( V - \frac{4}{20} V - \frac{5}{20} V \right) = (\nu_H + \nu_V) RT \quad (\text{МК газа нижнего газа})$$

$$(2) p_K \frac{11}{20} V = \left( \frac{1}{2} \nu_B + k p_0 \frac{1}{4} V \right) RT$$

$$\text{и) (1) } \nu_B = \frac{p_K V}{5 RT} = \frac{5 p_0 V}{8 RT}$$

$$\frac{25 \cdot 11}{8 \cdot 20} p_0 V = \frac{5 p_0 V}{16} + \frac{k p_0 V RT}{4 RT}$$

$$\frac{55 p_0 V}{32} = \frac{9}{16} p_0 V$$

Для верхнего  
газа:

$$p_0 V_0 = \nu_B RT_0$$

$$p_K V_K = \nu_B RT$$

$$\frac{p_K \frac{1}{5} V}{p_0 \frac{1}{2} V} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{2 p_K}{5 p_0} = \frac{5}{4}$$

$$p_K = \frac{25}{8} p_0$$

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!

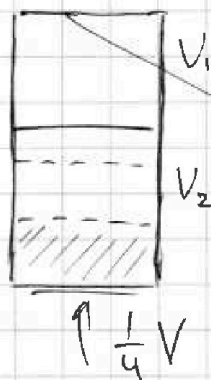
Дано:

$V$   
 $\text{CO}_2$   
 $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
 $T_0 \quad V_B = \frac{1}{4} V$   
 $T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K}$   
 $V_1 = \frac{1}{5} V$   
 $\Delta U, \text{ крпш}$   
 $k_{\text{из.}} \approx (1/3) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Па}}$   
 $RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

Найти:

- 1)  $\frac{\Delta U_B}{\Delta U_A} - ?$
- 2)  $P_0 - ?$

Решение:

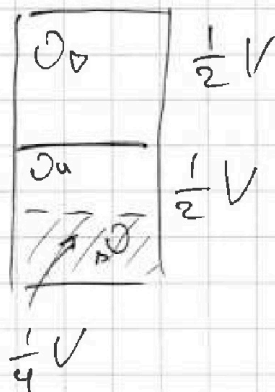


Черновик !!!  
 $T_0 = \frac{4}{5} \cdot 373 \text{ K} = \frac{4}{5} T$   
 По условию давленим водяных паров при  $T_0$  можно пренебречь  
 Поршень невесомый

$P_1 = P_2 = P_0$

т.к.  $P_B = P_H$  и  $T_B = T_H \Rightarrow V_B = V_H$

$V_B = V_H = \frac{1}{2} (V - \frac{1}{4} V) = \frac{3}{8} V$



По условию  $P_B$  и массы паров можно пренебречь

т.к. поршень подвижен  
 $\Downarrow$   
 $P_H = P_B$

$$\begin{cases} T_H = T_B = T_0 \\ P_H = P_B = P_0 \\ V_H = \frac{1}{4} V \quad V_B = \frac{1}{2} V \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P_B V_B = \nu_B R T_0 \\ P_H V_H = \nu_H R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_B}{\nu_H} = \frac{\frac{1}{2} V}{\frac{1}{4} V}$$

$\frac{\nu_B}{\nu_H} = 2$

2) После нагревания давление  $P_B'$  также будет равно  $P_H'$

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!

Дано:

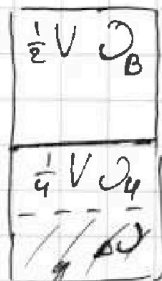
$$V \quad V_H = V_B = \frac{1}{2} V$$

$$T_0 \quad T = \frac{5}{4} T_0 = 373 K$$

$$V_B = \frac{1}{4} V$$

$$V_{KB} = \frac{1}{5} V$$

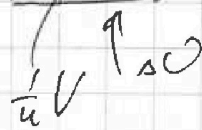
Решение:



Тк поршень  
покоится и он  
теплопроводящий

$$p_B = p_H = p_0$$

$$T_B = T_H = T_0$$



Уравнение М-К:

$$(1) p_0 \cdot \frac{1}{2} V = \nu_B R T_0$$

$$(2) p_0 \cdot \frac{1}{4} V = \nu_H R T_0$$

$$\frac{\nu_B}{\nu_H} = 2 \Rightarrow \nu_B = 2 \nu_H$$

$$\nu_H = \frac{1}{2} \nu_B$$

$$p_0 = p_0 + p_{пл}$$

Искать:

$$1) \frac{\nu_B}{\nu_H} - ?$$

$$2) p_0 - ? (p_0 = k p_{пл})$$

Решение задачи:

Поршень покоится  $\Rightarrow p_B' = p_H' = p_K$

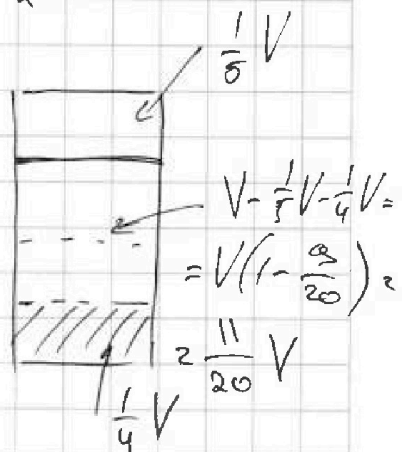
$$V_{BK} = \frac{1}{5} V \quad V_{HK} = \frac{11}{20} V$$

$\nu$  в верхней части не изменилось,

А  $\nu$  в нижней части увеличилось

$$\nu_H' = \nu_H + \Delta \nu \quad \text{где} \quad \Delta \nu = k p_0 V_B =$$

$$= k p_0 \frac{1}{4} V$$



$$\frac{4}{20} + \frac{5}{20} = \frac{9}{20}$$

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"/>

МФТИ

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

M-K газ верха

$$p_k \frac{1}{5} V = \nu_B RT$$

M-K газ низа

$$p_k \frac{11}{20} V = \left( \frac{\nu_B}{2} + \nu_C \right) RT$$

$$p_k \frac{11}{20} V = \left( \frac{\nu_B}{2} + \frac{1}{2} V / K p_0 \right) RT$$

$$\frac{11}{20} p_k V = \frac{1}{10} p_k V + \frac{1}{2} p_0 V$$

$$T_k \text{ температура конечная} = 373 \text{ K} \text{ or } 100^\circ \text{C}$$

$$\frac{9}{20} p_k = \frac{1}{2} p_0$$

$$p_0 = \frac{9}{10} p_k$$

$$p_k = p$$

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

$$\text{Перелом} \left( n_{\text{возд}} - n_{\text{стекл}} \right) = D$$

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. Печать QR-кода недопустима!

$$E_{\text{инд}} 3R = \frac{3L \Delta I}{\Delta t}$$

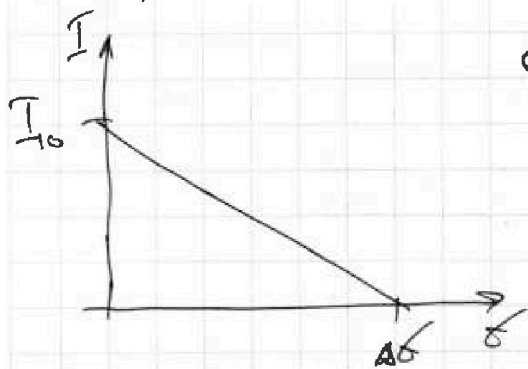
$\Delta t$  - время, за которое ток через резисторы  $2R$  и  $3R$  перестанет течь.

$$\Delta t = \frac{3L \Delta I}{E_{\text{инд}} 3R} = \frac{3L \epsilon_{\parallel}}{R 6\epsilon} = \frac{11L}{2R}$$

$$\Delta I = \frac{\epsilon}{R}$$

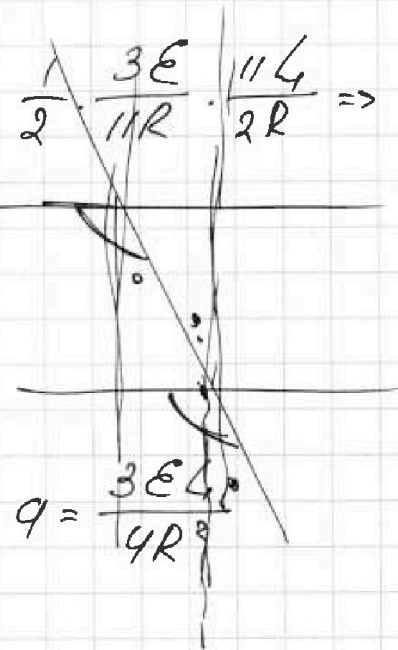
Ток через  $2R$  будет стабильно постоянным, построим

график:

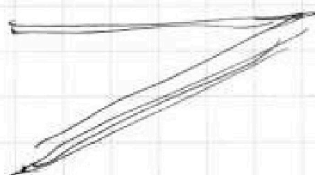
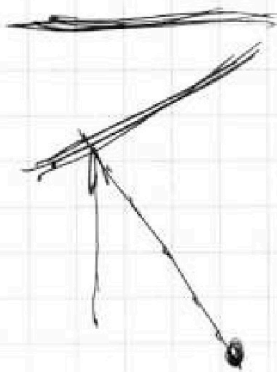


$$q = \frac{1}{2} I_0 \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot \frac{3\epsilon}{11R} \cdot \frac{11L}{2R} \Rightarrow$$

$$q = \frac{3\epsilon L}{4R^2}$$



Ответ  $I_0 = \frac{3\epsilon}{11R}$ ;  $I' = \frac{2\epsilon}{11L}$ ;  $q = \frac{3\epsilon L}{4R^2}$



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{N_1 \cos \alpha}{N_2 \cos \beta} \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{N_1}{N_2}$$



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"/>

 МФТИ

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

