



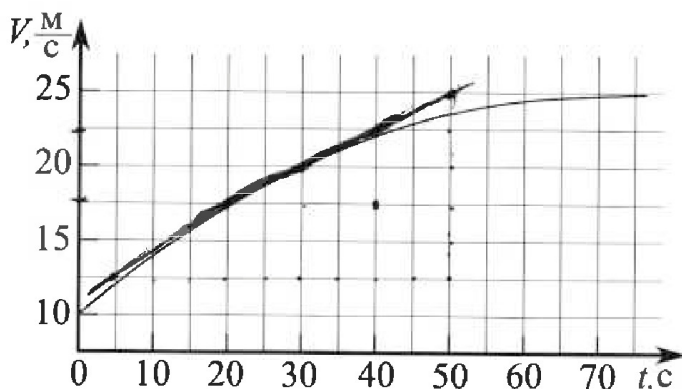
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

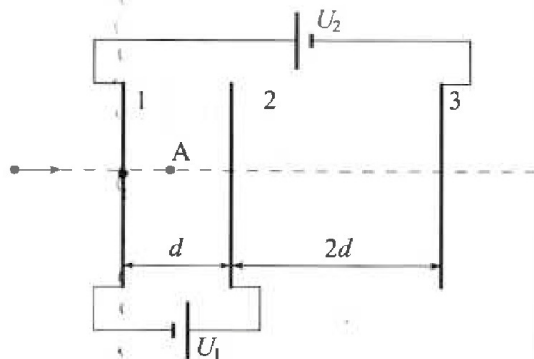
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 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 $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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) О предлите 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

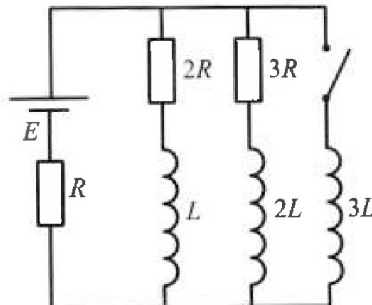
Вариант 11-01

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.

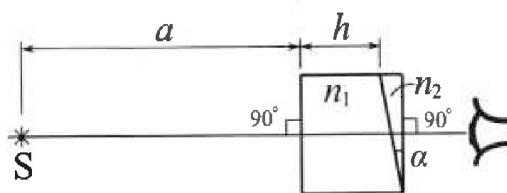


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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. Поря QR-кода недопустима!

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

2) R! концу 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

$$ma = F_k - F_{\text{сопр.}}$$

$$ma_1 = F_1 - kV_1$$



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

3) $P = FV$

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

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

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



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:

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

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

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

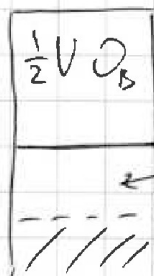
$$V_{KB} = \frac{1}{5} V$$

Искать:

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

$$2) p_0 - ? (p_0 - \text{Крем})$$

Решение:



$$\uparrow \frac{1}{4} V$$

Тк поршень
покоится, он
теплопроводящий
и невесомый
а также p_H при
 T_0 пренебрегаем

$$p_B = p_A = p_0$$

$$T_B = T_A = T_0$$

По уравнению М-К:

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

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

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

2) После нагревания поршень покоится $\Rightarrow$

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

$$\nu'_B = \nu_B = \text{const} \quad \nu'_A = \nu_A + \Delta \nu = \frac{1}{2} \nu_B + p_0 k V \frac{1}{4}$$

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

$$p'_B = p'_A + p_{\text{нае}} \quad p_{\text{нае}} = 10^5 \text{ Па}$$

$$p'_B \frac{1}{5} V = \nu_B R \frac{5}{4} T_0$$

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

$$\Rightarrow \frac{2p'_B}{5p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow p'_B = \frac{25}{8} p_0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$P_u' = \frac{(P_u + \Delta P) RT}{\frac{11}{20} V} = \frac{\frac{1}{2} P_B RT + \frac{1}{4} P_0 V (kRT)^{-1}}{\frac{11}{20} V}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{25}{8} P_0 \frac{1}{5} V + \frac{1}{4} P_0 V}{\frac{11}{20} V} = \frac{\frac{5}{16} P_0 + \frac{4}{18} P_0}{\frac{11}{20}} \cdot \frac{9}{16} P_0$$

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 25 \\ 250 \\ \underline{225} \\ 25 \\ \underline{185} \end{array}$$

Отвечая $\frac{P_B}{P_u} = 2$, $P_0 = \frac{88}{185} \text{ Па} \cdot \text{м} = \frac{88}{185} \text{ Па} \cdot \text{м}.$

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. Портя QR-кода недопустима!



Дано

$d, 2d$

$C_1 = C$

$C_2 = 4C$

$m, q > 0$

$U_0, q \ll Q$

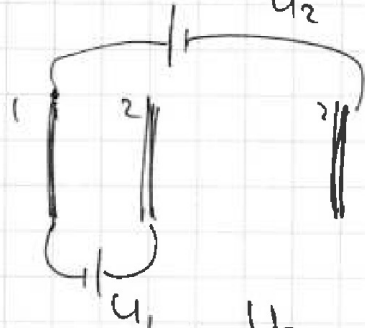
Найти

1) $q_{12} - ?$

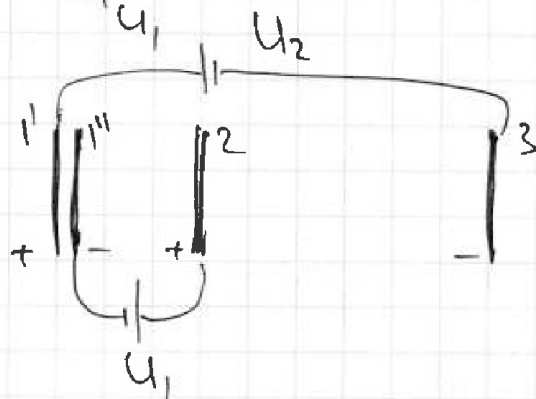
2) $k_1 - k_2$

3) $U_A - ?$

Решение U_2



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



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

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

$$q_1'' < 0, q_2 > 0$$

$$q_1' > 0, q_3 < 0$$

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

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

Находим E_{12}

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

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

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

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!

$$\cancel{E_{\text{пр}}} = F_{\text{эп}} = qE = \frac{qU}{3d}$$

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

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

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:

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

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

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

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

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

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 неудобства!

Дано:

$\mathcal{E}; R; L$

Найти:

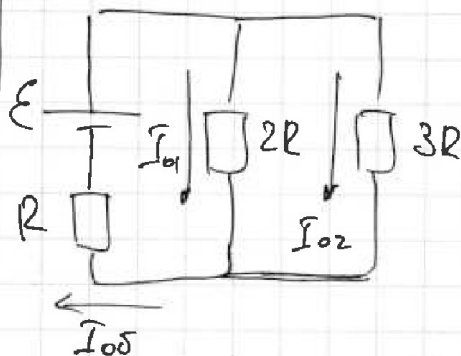
1) $I_{10} - ?$

2) $I_{34} - ?$

3) $q_{22} - ?$

Решение:

1) Γ_k в цепи решим установившееся катушке L и $2L$ можно считать просто проводником.

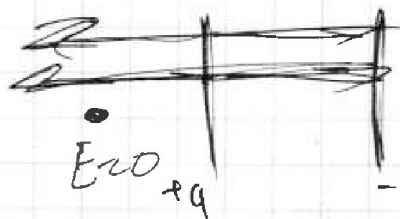


$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{эк}}}$$

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

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

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



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

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

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

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

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

и ток через резисторы не будет течь.

~~Решение сохраняется сформулированный ответ.~~

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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

Дано:

$\mathcal{E}, R, L$

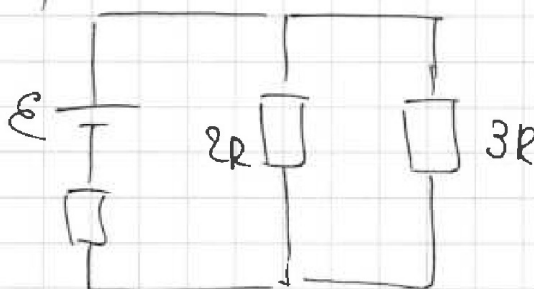
Найти:

- 1) I_0 - ?
- 2) I'_{3L} - ?
- 3) q_{2R} - ?

Решение.

1) Так в цепи резистор установлен

катушки L и $2L$ можно считать
просто проводом.



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

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

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

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

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 установлен резистор $\rightarrow$ катушку $3L$ можно

считать просто проводом.

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

где ΔI - полное изменение тока через катушку

Δt - время, за которое

в цепи установлен 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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

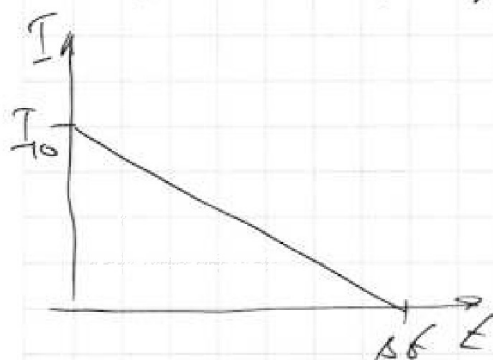
МФТИ

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

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

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

Ток через $2R$ будет енадак поперечню,
построим график:



$$q = \frac{1}{2} I_0 \cdot \Delta\phi = \frac{1}{2} \cdot \frac{3\mathcal{E}}{11R} \cdot \frac{114}{2R} = \frac{34\mathcal{E}}{4R^2}$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{11R}; I'_{34} = \frac{2\mathcal{E}}{114}; q = \frac{34\mathcal{E}}{4R^2}$$

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:

$$n_1, n_2$$

$$n_B = 1$$

$$a = 194 \text{ см}$$

$$\alpha = 0.1$$

$$h = 9 \text{ см}$$

Найти:

$$1) \beta - ?$$

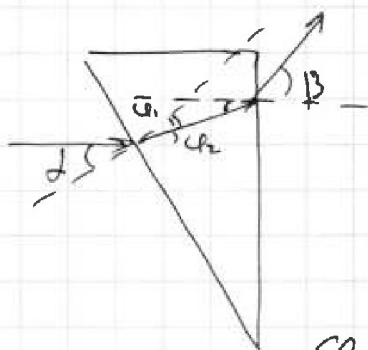
$$2) L - ?$$

$$3) L' - ?$$

Решение.

$$\alpha\text{-малый} \Rightarrow \alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha \approx 0.1$$

1) т.к. $n_1 = n_B = 1$ будем считать,
что лучи n_1 состоят из воздуха



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

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

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

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

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

$$\beta = 0.1 (1.7 - 1) = 0.7 \alpha = 0.07 \text{ рад.}$$

2) Из геометрии видно, что изображение
источника будет сформировано между
источником и призмой.

т.к. $h' \ll 1$ будем считать лучи n_2
тонким лучом (рассеивающий лучом)

$$D = +\frac{1}{F} = (n_2 - 1) = 0.7 \quad \text{По формуле минимального}$$

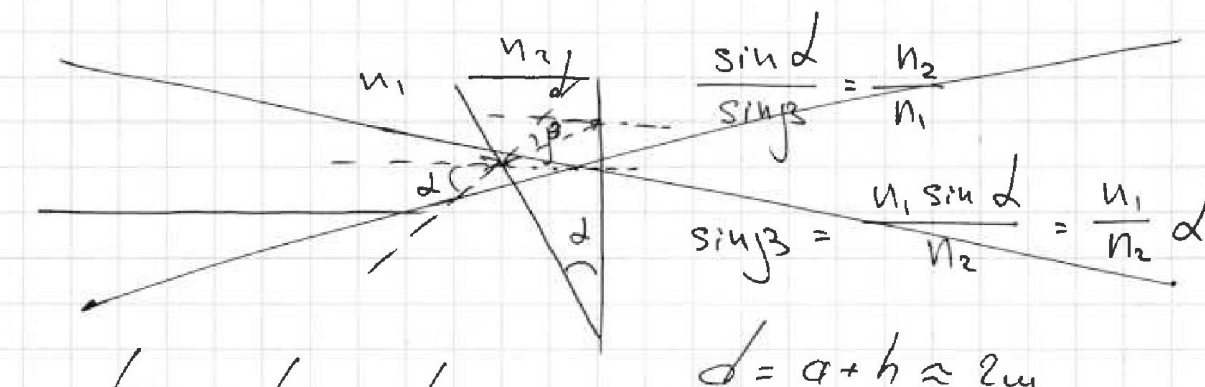
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) $L = \frac{7}{6} \text{ м}$.

3) Это будет система из 2 рассеивающих линз. (лучи пройдут под углом $\theta \ll 1$ относительно оптической оси, что можно считать).

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

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

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

$$f' = \frac{10}{14} \text{ м}$$

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

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

3) $L' \approx \frac{9}{7} \text{ м} \approx \frac{9}{7} \text{ м}$

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!



между источником и призмой.

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

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



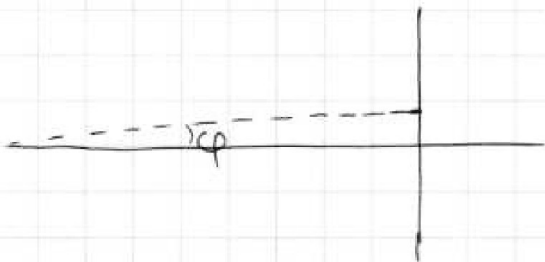
$$\begin{array}{r} 194 \\ + 9 \\ \hline 203 \end{array}$$

$$d = a + h \approx 2 \text{ м}$$

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

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

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



угол φ настолько маленький, что можно считать, что луч // главной оптической осн.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



Дано:

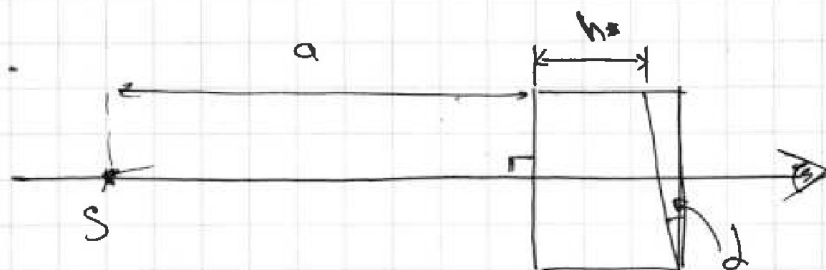
n_1, n_2
 $n_0 = 1$
 $a = 194 \text{ см}$
 $d = 0,1$
 $h = 9 \text{ см}$
 $h' \ll h$

Найти:

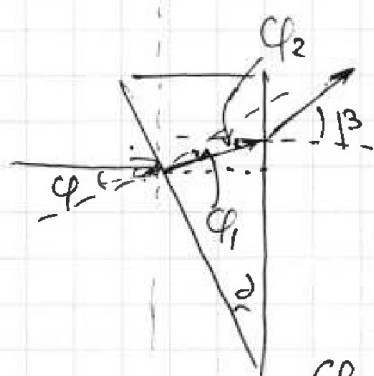
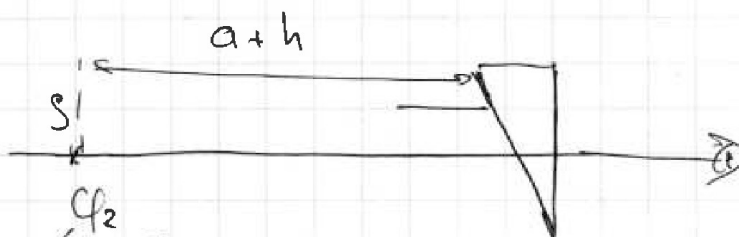
- 1) β - ?
- 2) φ - ?
- 3) φ' - ?

Решение:

2-механизм $\Rightarrow \sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha \approx 0,1$



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



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

$$\varphi = \alpha$$

$$\varphi_2 = \varphi_1$$

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

$$\beta = \alpha$$

- 2) Из геометрии видно, что изображение источника $S - S'$ будет сфокусировано

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:

$d, 2d$

$U_1 = U$

$U_2 = 4U$

$m; q > 0$

$U_0; q \ll Q$

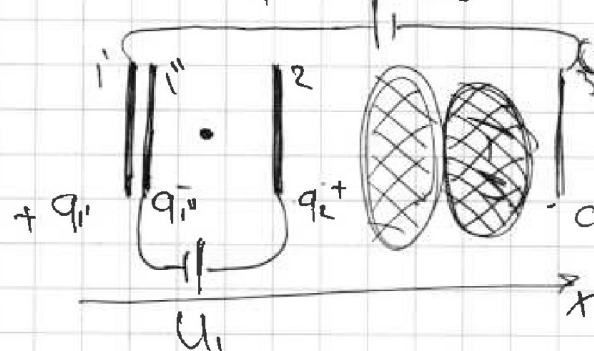
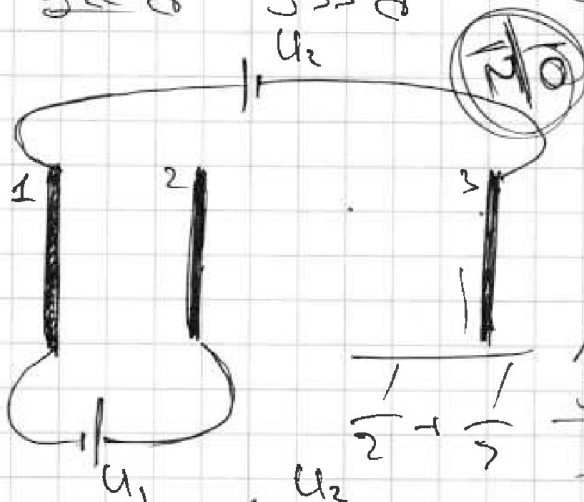
1) $q_{12} - ?$

2) $k_1 - k_2 - ?$

3) $U_A - ?$

Решение:

$S \ll d$ $S \gg d$



Черновик.

Плоскостной конденсатор
Мысленно разделим на две пластины.

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

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

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

$$q_1' = q_3' > 0 \quad q_2' < 0$$

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

$$q_1' = q_3' = q \quad q_2' = q_4' = -q$$

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

$$q'' = C_{12} \cdot U_1 = \frac{d \cdot U}{\epsilon_0 S}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

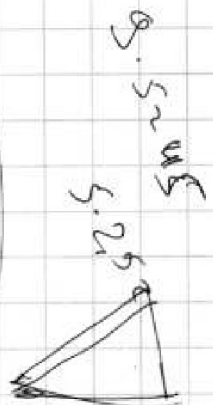
МФТИ

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

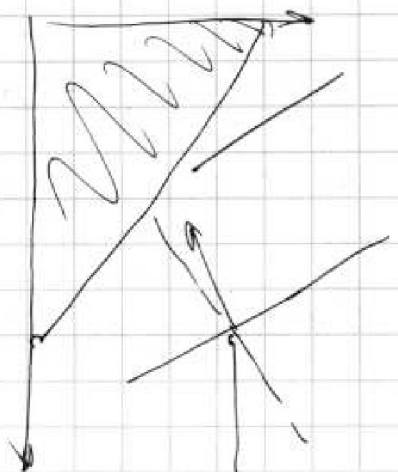


$$\phi \sim \phi$$

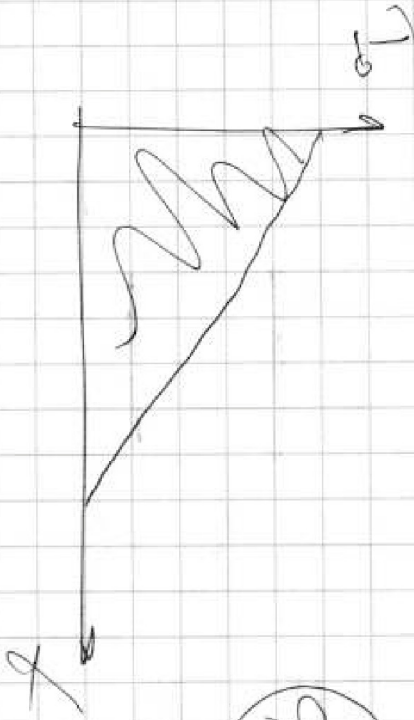
$$LI \sim LI$$



$$Q_2 - T_{10} \cdot 2 \cdot 2$$



$$Q_2 \frac{1}{2} T_{10} \cdot 156$$



Коэффициент ток через $3L$.

$$I_k = \frac{e}{D}$$

$$\Delta I = \frac{e}{D}$$

$$\frac{3L \Delta I}{e} = 66$$

$$\frac{6}{11} \frac{e}{D \cdot 6} = \frac{6 \cdot 2}{11} = \frac{12}{11}$$

$$\frac{1}{2} \frac{3e}{4D} \cdot \frac{11}{2D} = \frac{33e}{16D^2}$$

$$11L = 2D \Delta I$$

$$\Delta I = \frac{11L}{2D}$$

2022

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!

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)

$\Downarrow$

$$p_B' = p_H' = p_K$$

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

$$p_K \left(V - \frac{4}{25} V - \frac{5}{25} V \right) = (\nu_H + \nu_B) R T \quad (\text{МК газа нижнего газа})$$

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

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

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

$$\frac{55 p_0 V}{32} = \frac{5}{16} p_0 V$$

Для верхнего
газа:

$$p_0 V_0 = \nu_B R T_0$$

$$p_K V_K = \nu_B R T$$

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

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

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

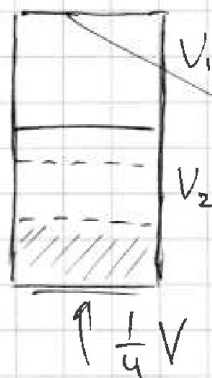
Дано:

V
 CO_2
 $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 T_0 $V_B = \frac{1}{4} V$
 $T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K}$
 $V_1 = \frac{1}{5} V$
 $\Delta U = \text{крп}$
 $k_{\text{из.}} \approx (1/3) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Па}}$
 $RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

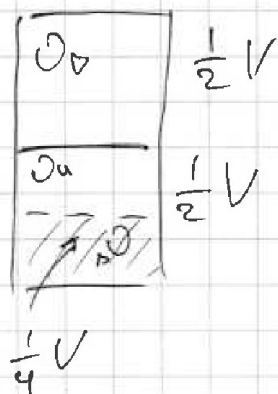
Найти:

1) $\frac{\partial B}{\partial n}$ - ?
 ∂n
 2) P_0 - ?

Решение:



$P_1 = P_2 = P_0$
 $P_B = P_H$ 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
 поршня можно
 пренебречь
 тк поршень находится
 $P_H = P_B$

$\begin{cases} T_H = T_B = T_0 \\ P_H = P_B = P_0 \\ V_H = \frac{1}{4} V \end{cases} \Rightarrow P_B V_B = \partial_B RT_0 \Rightarrow \frac{\partial_B}{\partial_H} = \frac{\frac{1}{2} V}{\frac{1}{4} V}$

$\frac{\partial_B}{\partial_H} = 2$

2) После нагревания давление P_B также будет равно P_H

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:

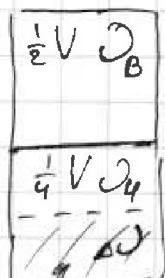
$$V \quad V_H = V_B = \frac{1}{2} V$$

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

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

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

Решение:



Тк поршень
покоится и он
теплопроводящий

$$P_B = P_H = P_0$$

$$T_B = T_H = T_0$$

Искать:

1) $\frac{Q_B}{Q_H} - ?$

2) $P_0 - ?$ ($P_0 = k P_{атм}$)

Уравнение М-К:

(1) $P_0 \cdot \frac{1}{2} V = Q_B R T_0$

(2) $P_0 \cdot \frac{1}{4} V = Q_H R T_0$

$$\frac{Q_B}{Q_H} = 2 \Rightarrow Q_B = 2 Q_H$$

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

$P_0 = P_0 + P_{атм}$

Решение задачи:

Поршень покоится $\Rightarrow P_B' = P_H' = P_K$

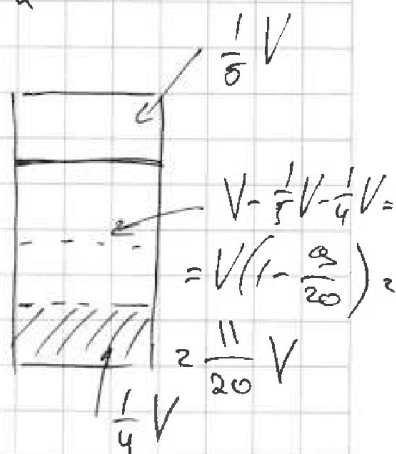
$$V_{BK} = \frac{1}{5} V \quad V_{HK} = \frac{11}{20} V$$

Q в верхней части не изменилось,

А Q в нижней части увеличилось

$$Q_H' = Q_H + \Delta Q \quad \text{где} \quad \Delta Q = k P_0 V_B =$$

$$= k P_0 \frac{1}{4} V$$



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

$$p_K \frac{1}{5} V = \frac{1}{2} R T$$

M-K газ низа

$$p_K \frac{11}{20} V = \left(\frac{U_B}{2} + \Delta U \right) R T$$

$$p_K \frac{11}{20} V = \left(\frac{U_B}{2} + \frac{1}{2} V K p_0 \right) R T$$

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

T_K температура конечная =
= 373 K or 100°C

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

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

$$p_K = p$$

$$\frac{u_2}{u_1} = n_1 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$\text{Перелом} \quad (n_{\text{маг}} - n_{\text{перел}}) = D$$

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. Порча QR-кода недопустима!

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} 3L = \frac{3L \Delta I}{\Delta t}$$

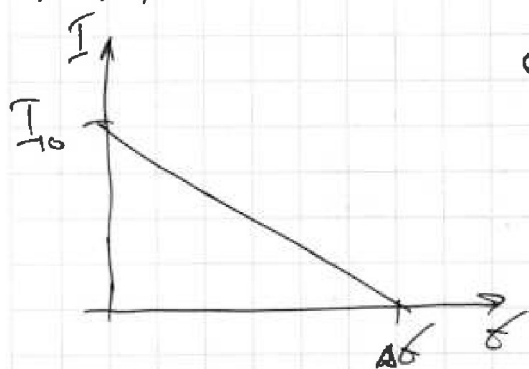
Δt - время, за которое ток через резисторы $2R$ и $3R$ перестанет течь.

$$\Delta t = \frac{3L \Delta I}{\mathcal{E}_{\text{инд}} 3L} = \frac{3L \mathcal{E}}{R 6 \mathcal{E}} = \frac{11L}{2R}$$

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

Ток через $2R$ будет стабильно постоянным, построим график.

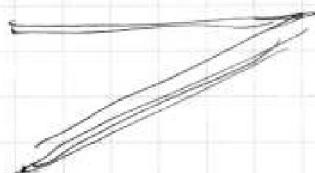
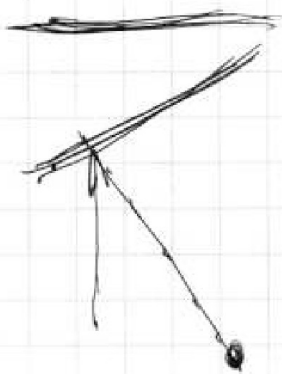
график:



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

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

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



$$\frac{\sin \theta}{\sin \phi} = \frac{v_1}{v_2} \quad \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \phi}$$



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!

