



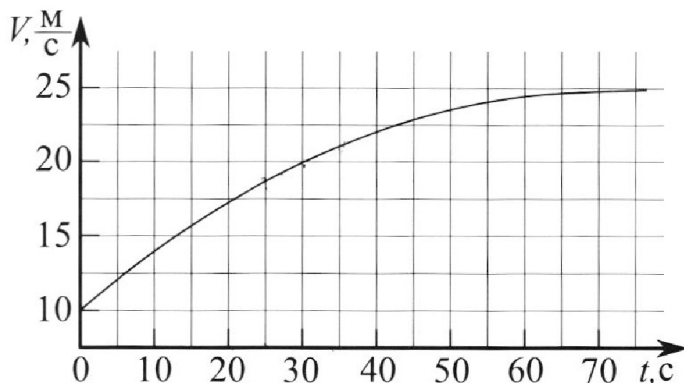
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

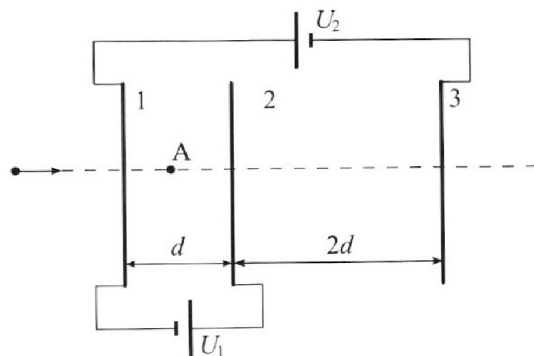
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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) 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

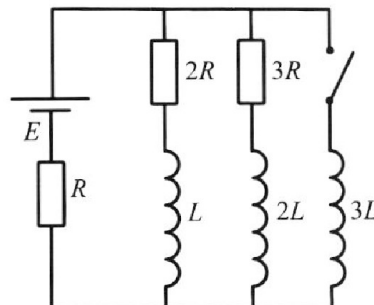
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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) 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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.

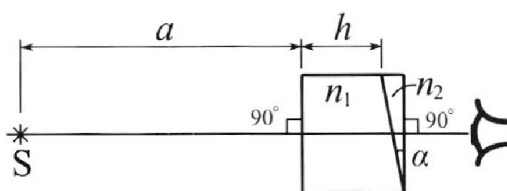


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

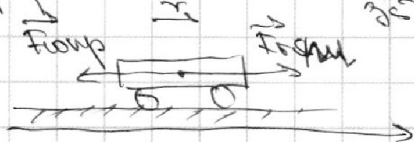
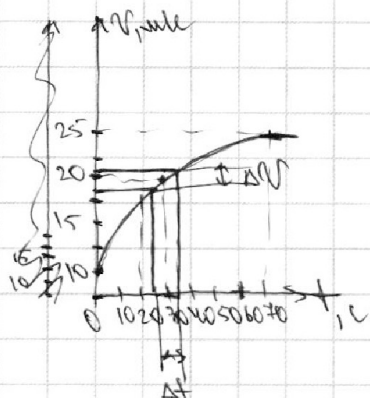
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



1

1) $a_{x1} = \frac{\Delta V_x}{\Delta t}$; из графика: $a_{x1} = \frac{21,25 \text{ м/с} - 18,75 \text{ м/с}}{25 \text{ с} - 25 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$.



то же: $F_{\text{ср}} \sim V$; $F_{\text{ср}} = kV$, где k - коэффициент пропорциональности.

II з.Н: $\vec{F}_2 = m\vec{a}$

на Ох: $F_{\text{ср}} - kV = m a_x$ (*)

т.к. в конце пути график почти горизонтален,
 $\frac{\Delta V_x}{\Delta t} \approx 0$, т.е. $a_{\text{кон}} \approx 0$. (из графика: $V_{\text{кон}} = 25 \text{ м/с}$)

(*) : $F_k - k \cdot V_{\text{кон}} = 0$. $k = \frac{F_k}{V_{\text{кон}}} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

2) (*) : $F_1 - kV_1 = m a_{x1}$; $F_1 = m a_{x1} + kV_1$

$F_1 = 1800 \text{ м} \cdot 0,25 \text{ м/с}^2 + 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 20 \text{ м/с} = 850 \text{ Н}$.

3) $P_1 = \frac{A_1}{\Delta t} = \frac{F_1 \cdot \Delta x}{\Delta t} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0} = F_1 V_1$

$P_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$.

Ответ: 1) $a_{x1} = 0,25 \text{ м/с}^2$

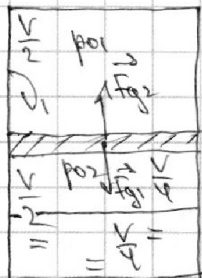
2) $F_1 = 850 \text{ Н}$

3) $P_1 = 17 \text{ кВт}$

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) 1) Система до нагревания:



V_1 - кол-во в-ва CO_2 в верхней части цилиндра.

V_2 - кол-во CO_2 в нижней части цилиндра.

ΔV - кол-во CO_2 в нижней части цилиндра.

Равновесие поршня: $F_{01} = F_{02}$

F_{01} - сила, с к-ой сжатый CO_2 давит на поршень

F_{02} - сила, с к-ой CO_2 сверху давит на поршень.

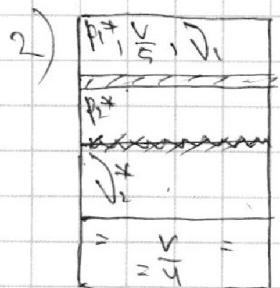
S - площадь поршня: $p_{01} S = p_{02} S$ p_{01} и p_{02} - начальные давления газа.

$$p_{01} = p_{02} = p_0$$

Упр - Р Менделеева - клинформула: $p_0 \frac{V}{2} = V_1 k T_0$; $V_1 = \frac{p_0 V}{2 k T_0}$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2} ; \frac{V_1}{V_2} = 2$$

$$p_0 \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = V_2 k T_0$$



Аналогично п. 1): $p_1^* = p_2^* = p_3^*$

$V_2^* \rightarrow$ об-н нижней части цилиндра, к-ой не дано задание.

Система находится в равновесии $\Rightarrow$ давление газа одинаковым.

$p_{\text{н.п}} (100^\circ \text{C}) = p_{\text{атм}}$. V_3 - кол-во в-ва водяного пара

Упр - Р Менделеева - клинформула:

$$\Rightarrow V_3 = \frac{11}{20} \frac{p_{\text{атм}} V}{k T}$$

$$p_{\text{атм}} \cdot \frac{11}{20} V = V_3 k T \Rightarrow$$

$$p^* \cdot \frac{V}{5} = V_1 k \frac{5 T_0}{4} \quad (2)$$

$$p^* \cdot \frac{11}{20} V = (V_2 + \Delta V + V_3) k \frac{5 T_0}{4} \quad (3)$$



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!

$$(2): p_0 \frac{V}{2} = \sqrt{1} k T_0; (1): p^* \frac{V}{5} = \sqrt{1} 2.5 T_0 \Rightarrow p^* = \frac{2.5}{8} p_0$$

$$(3): \frac{2.5}{8} p_0 \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{1}{2} \bar{v}_1 + \Delta \bar{v} + \bar{v}_3 \right) k T.$$

$$\frac{2.5}{8} p_0 \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{p_0 V}{2 k T_0} + \frac{4 p_0 V}{4} + \frac{11}{20} \frac{p_{atm} V}{k T} \right) k T.$$

$$\frac{5.5}{32} p_0 = \frac{5}{16} p_0 + \frac{k k T p_0}{4} + \frac{11 p_{atm}}{20}$$

$$p_0 \left(\frac{5.5}{32} - \frac{5}{16} - \frac{k k T}{4} \right) = \frac{11 p_{atm}}{20}; p_0 = \frac{11 p_{atm}}{\left(\frac{5.5}{32} - \frac{k k T}{4} \right) \cdot 20}$$

$$p_0 = \frac{11 p_{atm}}{\left(\frac{5.5}{32} - \frac{\frac{1 \cdot 10^{-3} \frac{молл}{м^3 \cdot Па}}{4} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{Па \cdot м^3}{молл}} \right) \cdot 20} = \frac{11 \cdot 32}{20 \cdot 0.7} p_{atm} = \frac{88}{18.5} p_{atm}.$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} = 2$$

$$2) p_0 = \frac{88}{18.5} p_{atm}.$$

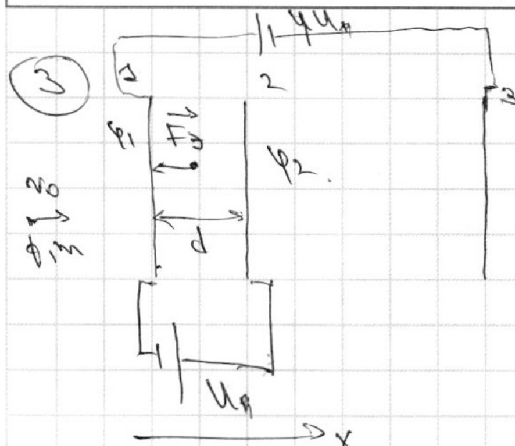
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) E_{12} - напряженность поля между 1 и 2. сетками

$$E_{12} = U/d$$

$$U = E_{12} \cdot d; E_{12} = \frac{U}{d}$$

ПЗН: $F_z = ma$ (ПЗН.)

$$F_z = ma; \text{ На Др: } qE_{12} = ma$$

$$a_x = - \frac{qE_{12}}{m} = - \frac{qU}{md}$$

$$a = \frac{qU}{md}$$

2) ЗУЗ: $k_1 + q\phi_1 = k_2 + q\phi_2$

$$k_1 - k_2 = q(\phi_2 - \phi_1) = qU$$

3) ~~ЗУЗ~~ Закон сохранения энергии: $\Delta W = A_{\text{эпр}} = A_{\text{полн}}$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -qE_{12} \cdot \frac{d}{3} = -q \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} = -\frac{qU}{3}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{qU}{md}$

2) $k_1 - k_2 = qU$

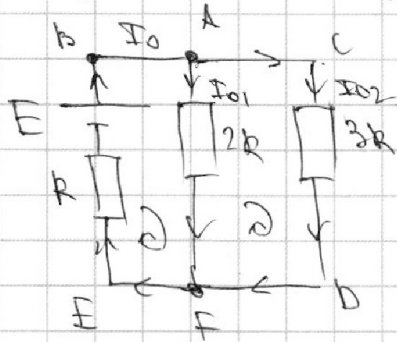
3) $v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$

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!



1) В установившемся режиме катушка не создает индуктивных в-в:



1 уравнение Кирхгофа: $A: I_{01} + I_{02} = I_0$

2 уравнение Кирхгофа:

~~$E = I_{01}R + I_{02}2R$~~

BAFEb: $E = I_{01}2R + I_0R$

ACDFA: $3R \cdot I_{02} - 2R \cdot I_{01} = 0$

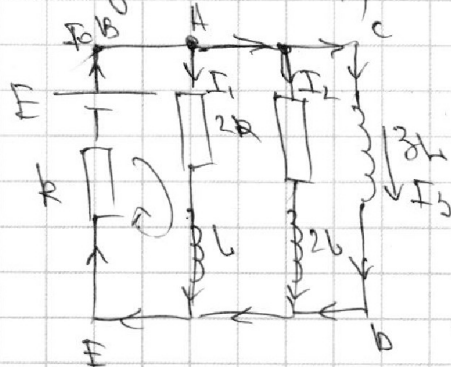
$$\begin{cases} I_0 = I_{01} + I_{02} \\ E = 2I_{01}R + I_0R \\ 3I_{02} = 2I_{01} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_0 = \frac{5}{3}I_{01} \\ E = 2I_{01}R + \frac{5}{3}I_{01}R \Rightarrow I_{01} = \frac{3}{11} \frac{E}{R} \\ I_{02} = \frac{2}{3}I_{01} \end{cases}$$

$$I_0 = \frac{5}{11} \frac{E}{R} \quad (x \times)$$

2) Тот же резисторный мост замкнули катушкой не меняя индуктивности.

Тогда ток через катушку при установившемся режиме (после затухания индуктивных в-в) будет равен току, как и до замыкания.)



тогда $I_2 = I_{02}$ (из н. 1)
 $I_1 = I_{01}$ (из н. 1)

~~$E = I_1R + I_22R$~~

1 уравнение Кирхгофа: $A: I_0 = I_1 + I_2 + I_3$

$0 = I_3$ до замыкания. $= I_3$ сразу после замыкания (н. 1)
 $I_0 = I_{01} + I_{02} = I_0$

2 уравнение Кирхгофа: bc DEb: $I_0R = E + \mathcal{E}_{\text{св}}$

$\mathcal{E}_{\text{св}}$ - ЭДС самоиндукции в $3L$

$$\mathcal{E}_{\text{св}} = -3L \frac{dI_3}{dt} ; I_0R = E - 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{E - I_0R}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11}E}{3L} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

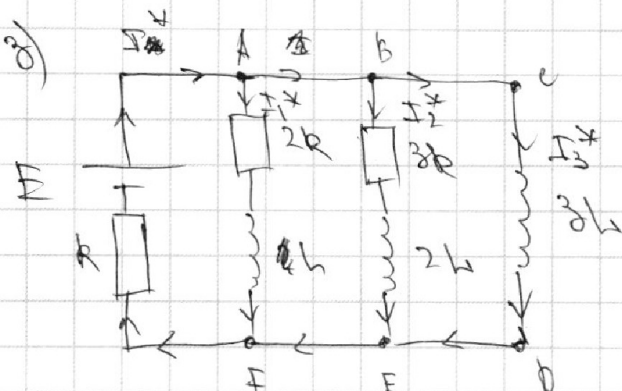
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 способа решения:

ABEFA: $I_2 \cdot 2R - I_1 \cdot 2R = \mathcal{E}_{\text{си}2} - \mathcal{E}_{\text{си}1}$
 $= \mathcal{E}_{\text{си}2} - \mathcal{E}_{\text{си}1}$

BCDEB:

$-3R \cdot I_2 = -\mathcal{E}_{\text{си}2} + \mathcal{E}_{\text{си}3}$

$\mathcal{E}_{\text{си}1} = -L \frac{dI_1}{dt}; \quad \mathcal{E}_{\text{си}3} = -3L \frac{dI_3}{dt};$

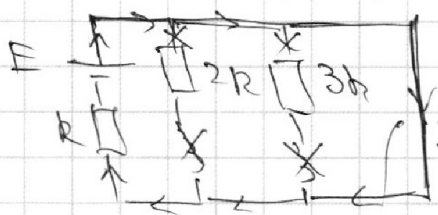
$$\begin{cases} I_2 \cdot 2R - I_1 \cdot 2R = \mathcal{E}_{\text{си}2} + L \frac{dI_1}{dt} \\ -3R I_2 = -\mathcal{E}_{\text{си}2} - 3L \frac{dI_3}{dt} \end{cases} \quad +; \quad L \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_3}{dt} = -I_1 \cdot 2R$$

$$\int_{I_{\text{нач}}}^{I_{\text{кон}}} L \cdot dI_1 - \int_{I_{\text{нач}}}^{I_{\text{кон}}} 3L \cdot dI_3 = \int_{\Delta q_1}^{\Delta q_2} I_1 \cdot dI_1 \cdot 2R$$

" $= \int_0^{\Delta q_1} dI_1 \cdot 2R$

$L(I_{\text{кон}} - I_{\text{нач}}) - 3L(I_{\text{кон}} - I_{\text{нач}}) = -\Delta q_1 \cdot 2R$

Вывод: в уст. реж. после замыкания ключа:



3-й способ для наглядности:

$I_{\text{кон}} = I_{\text{кон}} \cdot R$
 $I_{\text{кон}} = \frac{E}{R}$

(в уст. реж. индукция не проявляется и игнорируется в-б)

$I_{\text{кон}} = 0$ $I_{\text{нач}} = I_0$ (из п.1), т.к. при замыкании в контуре равен нулю д.д. (после замыкания); аналогично $I_{\text{нач}} = 0$

$$L(0 - \frac{3}{R} E) - 3L(\frac{E}{R} - 0) = -\Delta q_1 \cdot 2R$$



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!

$$\Delta q_1 = \frac{18}{11} \frac{EL}{R}$$

Ответ: 1) $I_{01} = \frac{3E}{R}$

$$2) \frac{dI_3}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

$$3) \Delta q_1 = \frac{18}{11} \frac{EL}{R}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

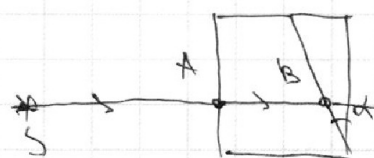
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

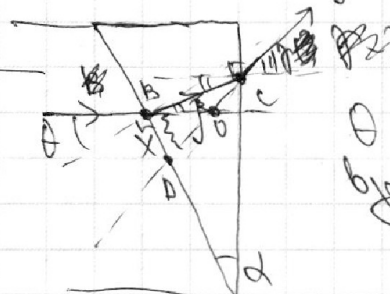
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



5) 1)



В (1) А уже не удовлетворяет, т.к. угол падения 0° .



$\theta = \alpha$ (угол в вакууме перпендикулярно поверхности).

3-й треугольник:

(1) B: $\sin \theta \cdot n_1 = \sin \beta \cdot n_2$; $\sin \beta = \frac{\sin \theta n_1}{n_2} = \frac{\sin \alpha}{n_2}$

4-й треугольник: α и β и γ : $\beta \approx \frac{\alpha}{n_2}$

3-й треугольник:

(1) C: $n_2 \cdot \sin \beta = n_1 \cdot \sin \gamma$; $\sin \gamma = \frac{n_2 \sin \beta}{n_1} = n_2 \sin \beta$

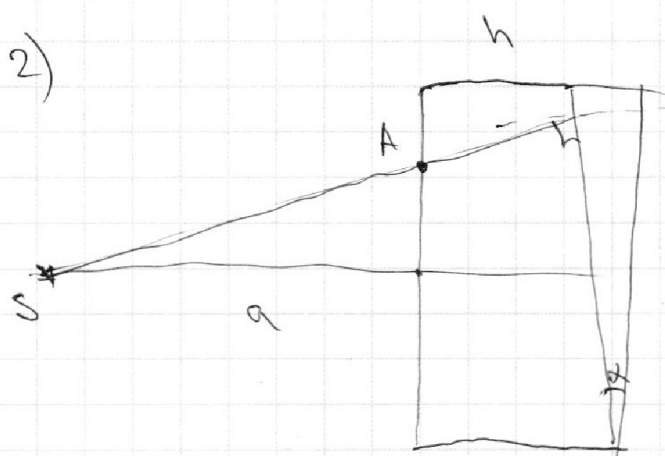
β, γ - малые углы: $\sin \beta \approx \beta \approx \frac{\alpha}{n_2}$; $\sin \gamma \approx \gamma \approx \alpha$

$\angle BOB = \chi$ - внешний при $\triangle BOB$: $\chi = \beta + \gamma$

$\chi \approx \beta + \gamma = \frac{\alpha}{n_2} + \alpha = \alpha \left(1 + \frac{1}{n_2} \right)$

$\chi \approx 0,1 \text{ рад.}$

2)



т.к. $n_1 = n_2$ в (1) А уже не удовлетворяет

Ответ: 1) $\chi \approx 0,1 \text{ рад.}$



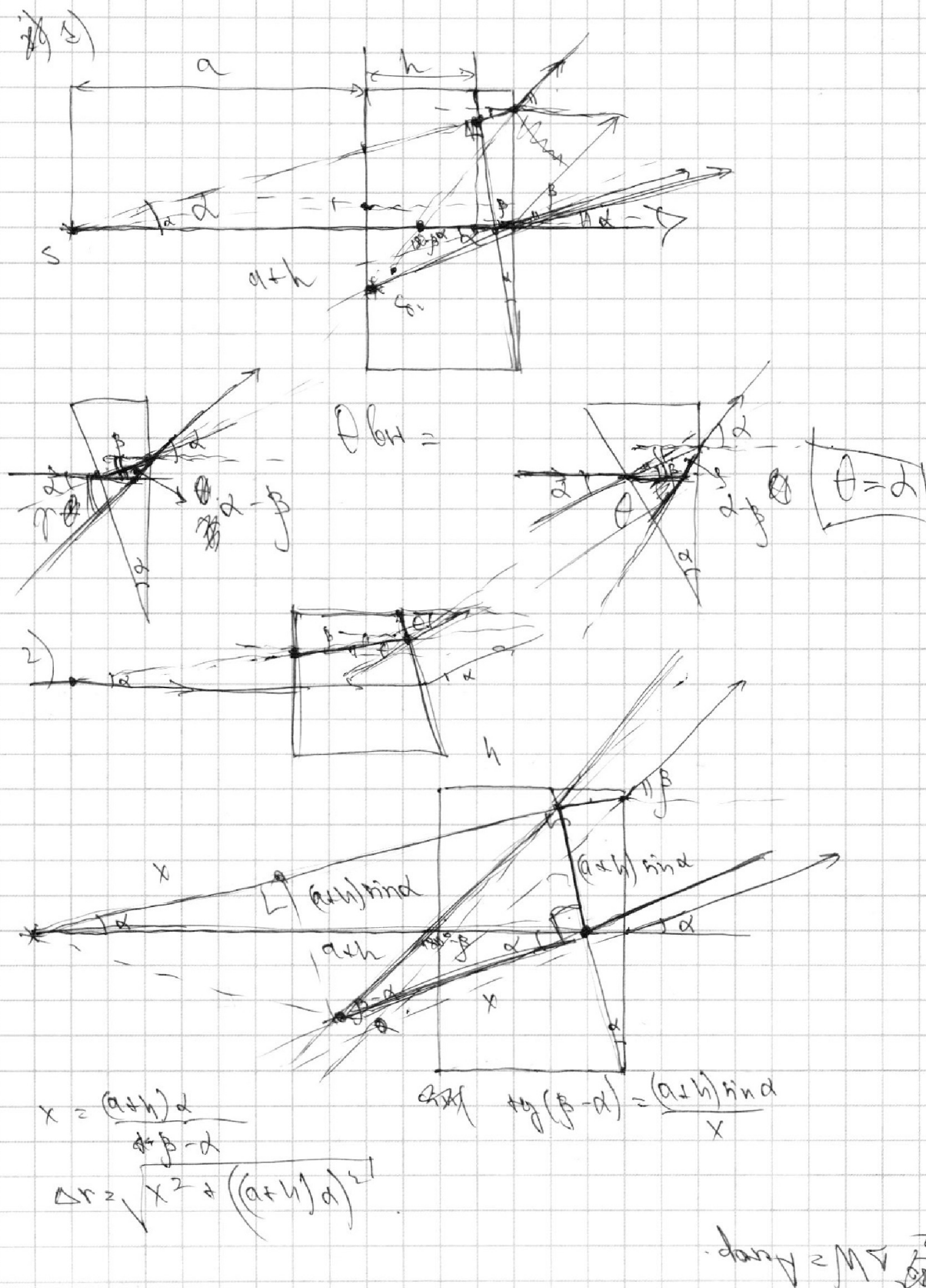
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

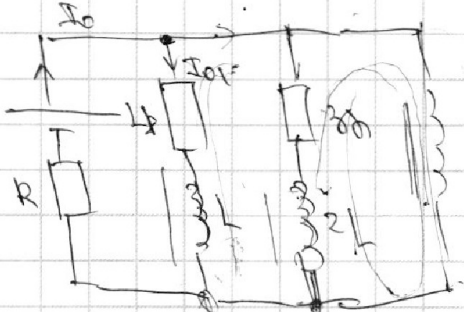
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



2) ~~схема~~ ~~анализ~~ ~~не~~ ~~менее~~ ~~два~~



$$\mathcal{E}_{12} = -L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{2}{11} = \frac{6}{33}$$

$$\mathcal{E} - 3L \frac{dI_3}{dt} = I_0 R$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{\mathcal{E} - I_0 R}{3L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{5}{13} \mathcal{E}}{3L} = \frac{8\mathcal{E}}{39L} \approx 0$$



$$\mathcal{E} - 3L \frac{dI_3}{dt} = I_0 R$$

$$-3R I_2 = 2L \frac{dI_2}{dt} - 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\frac{-3}{11} \frac{LE}{R} - \frac{3LE}{R} = -\frac{36}{11} \frac{LE}{R}$$

$$\mathcal{E} - 3L \frac{dI_3}{dt} = (I_1 + I_2 + I_3) R$$

$$-I_1 2R = L \frac{dI_1}{dt} - 2L \frac{dI_2}{dt}$$

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3$$

$$2L \frac{dI_2}{dt} - 3L \frac{dI_3}{dt} = -3R I_2$$

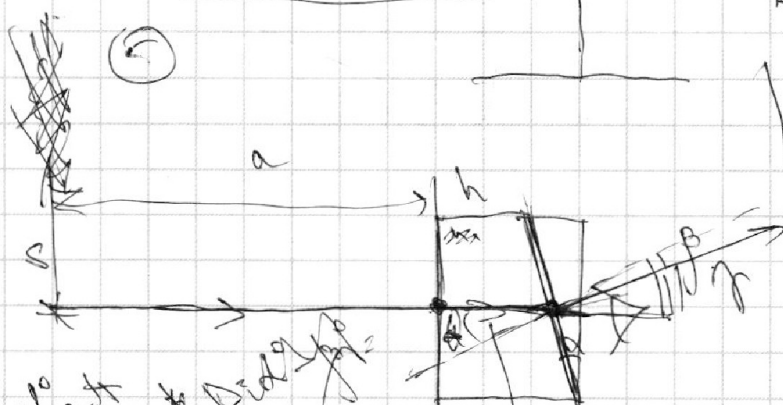
$$(2) + (3): L \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_3}{dt} = -I_1 2R$$

$$L \Delta I_1 - 3L \Delta I_3 = -2R \Delta \varphi_1$$

$$\Delta I_1 = -I_0$$

$$\Delta I_3 = 0$$

$$\Delta \varphi_1 = \frac{L I_0}{2R}$$



$$r = \beta$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_1 \alpha \approx n_2 \beta$$

$$\beta = \frac{n_1 \alpha}{n_2}$$

$$\beta = 0,1 - \frac{1}{1,7} \cdot 0,1$$

$$= 0,1 \left(\frac{7}{10} \right) = 0,07 \text{ рад.}$$

$\Delta \varphi_{\text{mag}} = 100^\circ$
 $\alpha = \cos \Delta \varphi_{\text{mag}} \approx \Delta \varphi_{\text{mag}}$

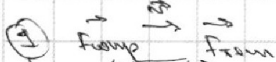
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$F_{\text{pump}} = F_{\text{atm}} = kV; \quad 500 = k \cdot 25; \quad k = 20$$

$$F_{\text{atm}} - kV = m \frac{dV}{dt} = m a_{\text{max}}; \quad F_1 = m a_{\text{max}} + kV = 20 \cdot 20 + 0,5 \cdot 1900 = 400 + 950 = 1350 \text{ Н}$$

$$p = \frac{\Delta A}{\Delta t} = F \cdot \delta = F_{\text{atm}} \cdot V$$

$$a_x = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{2,5}{5} = 0,5 \text{ м/с}^2$$

2) не бер.

$$V_m = \text{const}$$

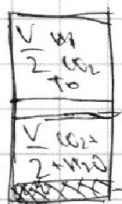
$$\Delta V = k p \Delta t$$

$$\Delta V = k p \cdot \frac{V}{2}$$

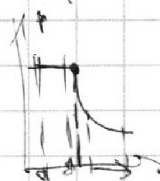
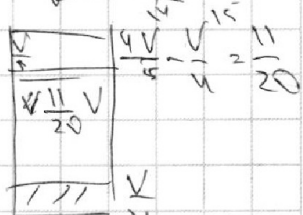
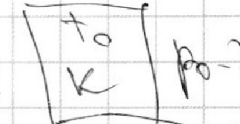
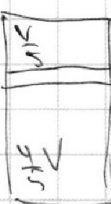
$$p_1 = p_2 = p_0$$

$$M-k: p_1 \frac{V}{2} = V_1 k T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = V_2 k T_0$$



$$T = \frac{5T_0}{4}$$



$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = V_1 k T_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 2$$

то же, что и в первом случае

$$p \cdot \frac{V}{5} = V_1 k \cdot \frac{5T_0}{4}$$

$$p \cdot \frac{11}{20} V = (V_2 + \Delta V) k \frac{5T_0}{4}$$

$$p_0 \cdot \frac{11}{20} V = V_3 k \frac{5T_0}{4}; \quad V_3 = \frac{11 p_0 V}{25 k T_0}$$

$$U_1 + U_2 = U_1 + U_2 + Q$$

$$\frac{p_0 V}{V_1} = 2 k T_0 = 2 k \cdot \frac{5}{4} T_0 = \frac{5}{2} k T_0$$

$$p^* = \frac{25}{8} p_0$$

$$p \cdot \frac{V}{5} = V_1 k \frac{5T_0}{4}$$

$$p \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{V_1}{2} + \frac{k p_0 V}{4} + V_3 \right) k \frac{5T_0}{4}$$

$$\frac{V_1}{2} + \frac{k p_0 V}{4} + \frac{11 p_0 V}{25 k T_0} \cdot \frac{k \cdot 5T_0}{4} = \frac{11}{20} V \cdot \frac{25}{8} p_0$$

$$\frac{V_1}{2} = \frac{p_0 V}{2 k T_0} \left(\frac{p_0}{4 k T_0} + \frac{k p_0}{4} + \frac{11 p_0}{25 k T_0} \right) \cdot \frac{k \cdot 5T_0}{4} = \frac{11}{20} V \cdot \frac{25}{8} p_0$$

$$p_0 \cdot \frac{5}{16} + \frac{k p_0 \cdot 5T_0}{16} + \frac{11 p_0}{20} = \frac{55}{32} p_0; \quad p_0 \left(\frac{5}{32} - \frac{5}{16} - \frac{k T_0}{4} \right) = \frac{11}{20} p_0$$

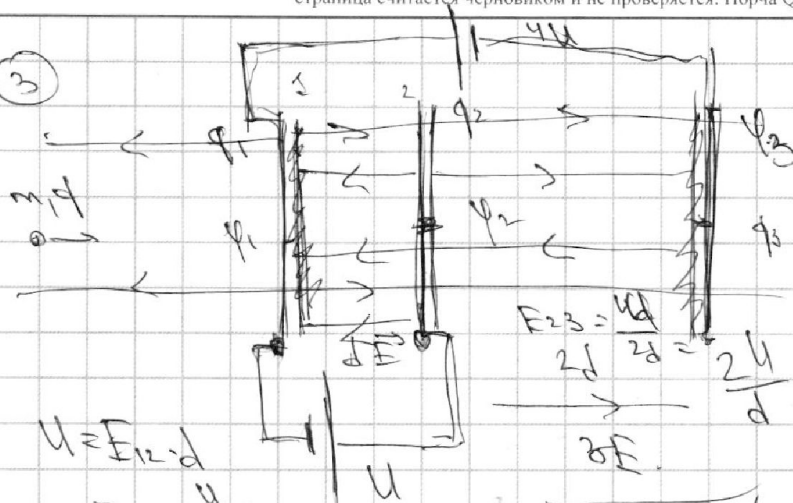
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

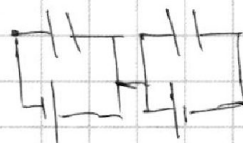
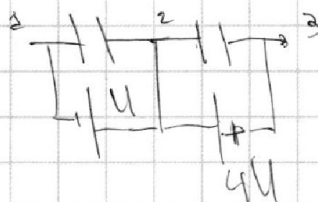
[illegible]

МФТИ

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



$$\phi_0 = 0$$



$$U = \mathbb{F}_{12} \cdot A$$

$$F_{12} = \frac{4}{d}$$

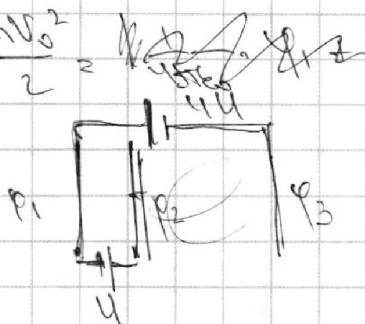
$$F_{12} = \frac{u}{d} \quad | \quad u \quad | \quad \text{max} = \frac{u}{d} \quad | \quad \boxed{a = \frac{u}{m}}$$

$$K_1 - K_2 :$$

W=H/A

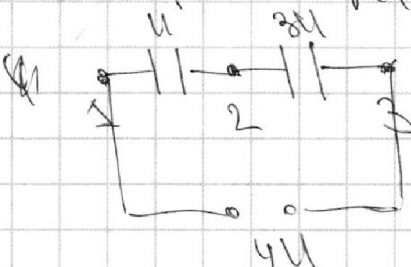
$$\rightarrow \underline{F} + x = 2\underline{F}; \quad x = \cancel{3F}$$

$$\frac{mv_0^2}{2}$$

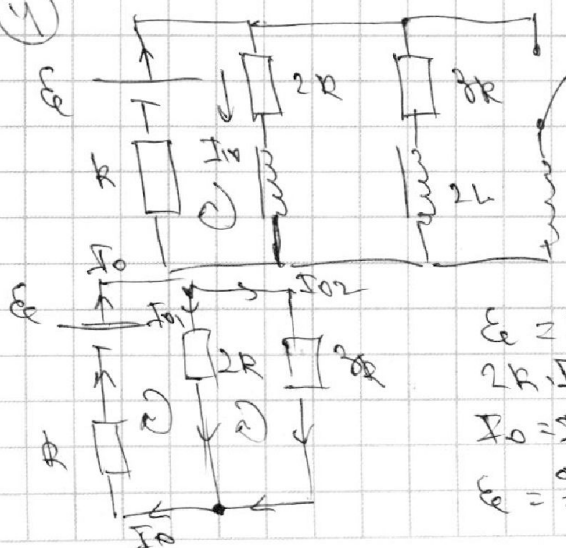


$$q\varphi_1 + k_1 = q\varphi_2 + k_2$$

$$k_1 - k_2 = g(\psi_2 - \psi_1) = (gV)$$



②



has. he travels. and. ab. b.
8 yet. four.

E₀

10/5/20

$$E_e = I_{a1} 2R + I_{a0} R \quad \text{---}$$

$$2R, I_{o1} = 2R I_{o2}; I_{o2} = \frac{2}{3} I_{o1}$$

$$I_0 = I_{01} + I_{02} = \frac{1}{2} I_{01}$$

$$C_e = \frac{5}{3} I_{O1} k + \frac{13}{3} I_{O1} k;$$

$$I_{01} = \frac{3}{13} \frac{a}{p}$$