

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-02

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



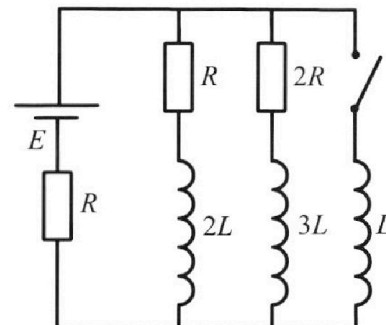
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.

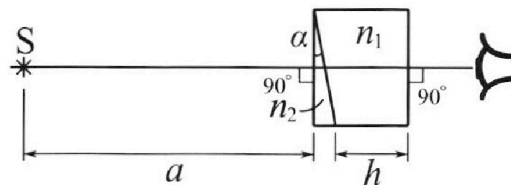
2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.

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 $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.

3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



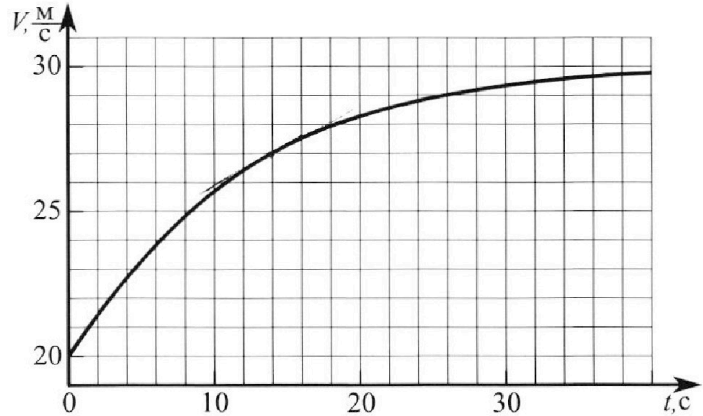
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 405$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

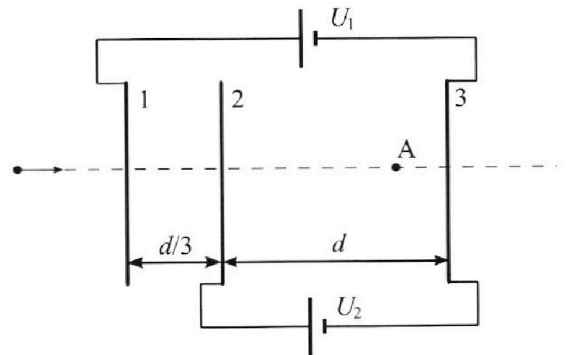
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv 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 $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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 конечное давление в сосуде P . 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. 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 2 и 3.

2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $2d/3$ от сетки 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!

N1

101

Дано:
 $m = 300 \text{ кг}$
 $F_k = 405 \text{ Н}$

1) $a = \frac{dV}{dt}$; по графику видно, что в точке $V = 27 \text{ м/с}$, касательная имеет ~~углов~~ тангенс "угла" наклона равный: $\frac{dV}{dt} = \frac{28 - 26}{8} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м/с}^2$. Соответственно

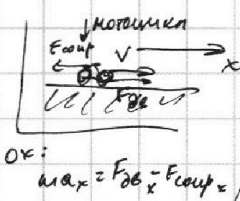
ускорение $a = 0,25 \text{ м/с}^2$

- 1) a при $V = 27 \text{ м/с}$
 2) F_1 при V_1

- 3) $\frac{P}{P_0} = ?$; P - мощность передвигаемого соуп.

2) II закон Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{дв}} - \vec{F}_{\text{соуп}}$$



$\vec{F}_{\text{дв}}$ - сила, благодаря которой едет моторчик.

$\vec{F}_{\text{соуп}}$ - сила сопротивления.

В конце участка $a = 0 \Rightarrow m\vec{a} = 0 \Rightarrow F_{\text{дв}} = F_{\text{соуп}}$.

Следовательно $F_{\text{дв}} = F_{\text{соуп}} = 405 \text{ Н}$. ~~по~~ ~~исхода~~
 конечная сила движения

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F dk}{dt} =$$

мощность

$$= F \cdot V = \text{const}$$

$$P \sim \frac{1}{V}$$

по графику, конечная скорость $V_k = 30 \text{ м/с}$

$$P = \text{const} = F \cdot V = F_{\text{дв}}' \cdot V_k = 405 \cdot 30 = 12150 \text{ Вт} = F_{\text{дв}} \cdot V_1; F_{\text{дв}} = \frac{12150}{27} = 450 \text{ Н}$$

мощность двигателя

$$m a_1 = F_{\text{дв}} - F_1; F_1 = F_{\text{дв}} - m a_1 \quad (2)$$

сила, благодаря которой едет моторчик в момент, когда скорость равна V_1 .

$$(2) 450 - 300 \cdot 0,25 = 450 - 75 =$$

$$= 375 \text{ Н}$$

3)

$$P_{\text{соуп}} = F \cdot V = F_1 \cdot V_1 = 375 \cdot 27 \text{ Вт}$$

мощность, которая идет на преодоление силы сопротивления

сила, которая равна $F_{\text{соуп}}$, но направлена в противоположную (для преодоления)

$$\frac{P}{P_0} = \frac{375 \cdot 27}{12150} = \frac{15}{18} = \frac{5}{6}$$

мощность двигателя

Ответ: $0,25 \text{ м/с}^2$; 375 Н ; $\frac{5}{6}$

- 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!

N2

Дано:

$$\frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$$

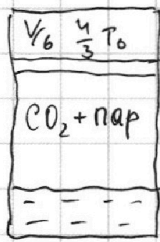
$$k = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Па}}$$

$$R \cdot \frac{4}{3} T_0 = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

1) $\frac{\partial N_2}{\partial \text{CO}_2}$

2) $p - ?$

2) После:



т.к. поршень ~~не~~ **нависокой** **давление** в обеих частях **одинаковое**.

$$p' \frac{V}{6} = N_2 R \frac{4}{3} T_0$$

давление после нагрева

$$N_2 = \frac{p' V \cdot k}{6 \cdot 4 R T_0} = \frac{p' V}{8 R T_0}$$

$$p' \text{CO}_2 \left(\frac{5}{6} V - \frac{V}{4} \right) = \text{CO}_2 R \frac{4}{3} T_0$$

$$p' \text{CO}_2 \frac{7}{12} V = (\text{CO}_2 + \Delta \nu) R \frac{4}{3} T_0$$

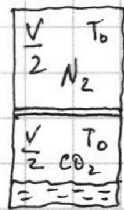
$$p' \text{CO}_2 \frac{7}{12} V = \left(\frac{p' V}{16 R T_0} + \frac{k V p'}{16} \right) R \frac{4}{3} T_0$$

$$p' \text{CO}_2 \frac{7}{12} V = \left(\frac{p' V}{16 R T_0} + \frac{k p' V}{16} \right) 4 R T_0$$

$$p' \text{CO}_2 \frac{7}{12} V = \left(\frac{p' V}{R T_0} + k p' V \right) R T_0$$

$$p' = p_0 + p' \text{CO}_2 \quad ; \quad p' \text{CO}_2 = p' - p_0 \quad ; \quad \left(\frac{6}{7} - \frac{k R T_0}{7} \right) / \frac{p'}{4} = p_0 \quad ; \quad p' = \frac{p_0}{\frac{6}{7} - \frac{k R T_0}{7}} \quad *$$

До нагрева:



т.к. при T_0 $p_{N_2} = p_{CO_2} = p_0$, то:

$$p_{N_2} = p_{CO_2} = p$$

$$p \frac{V}{2} = N_2 R T_0$$

кол-во вес-ва N_2

$$p \frac{V}{4} = \text{CO}_2 R T_0$$

кол-во вес-ва CO_2

$$2 = \frac{\partial N_2}{\partial \text{CO}_2}$$

$$* \frac{7 p_0}{6 - \frac{3}{7} \cdot 10^3 \cdot \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^3}{4}} = \frac{7 p_0}{140 - \frac{21}{95} p_0}$$

Ответ:
2; $\frac{140}{95} p_0$

т.к. $\frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$, то давление пара $\approx 10^5 \text{ Па}$, т.к. он **нависокой** (потому что в соседне кин сего вода)

$$p' = p_0 + p' \text{CO}_2$$

атмосферное давление $\approx 10^5 \text{ Па}$

$$p' - p_0 = \frac{p' V}{7} + \frac{k p' V R T_0}{7} = 7 \chi$$

$$p' = \frac{p'}{7} + k R T_0 \frac{p'}{7} + p_0$$

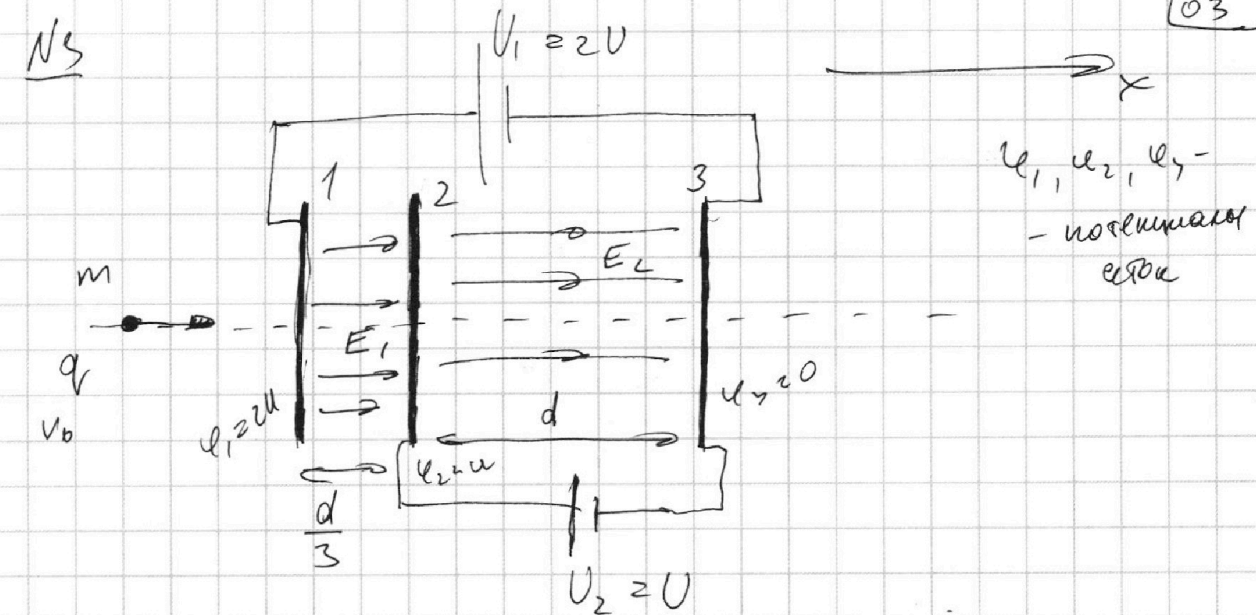
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$\begin{cases} E_1 \cdot \frac{d}{3} = U_1 - U_2 \\ E_2 \cdot d = U_2 - 0 \end{cases}$$

1) В области между сетками 2-3:
2-й закон Ньютона:

$$ma_x = E_2 q$$

$$a_x = \frac{E_2 q}{m} = \frac{U q}{d m}$$

2) ЗСЭ:

$$K_3 - K_2 = \frac{m v_0^2}{2} + \Delta\varphi_{12} q + \Delta\varphi_{23} q = \frac{m v_0^2}{2}$$

кип. энергии K_3

$$-\Delta\varphi_{12} q = \Delta\varphi_{23} q = q \cdot U$$

потен. 3-й ~~плоск.~~ сетки

3) ~~т.к.~~ т.к. $d \ll$ размеров, то поле однородно. следовательно потенциал изменяется равномерно.

$$\Delta\varphi_{12} = \Delta\varphi_{23} = E_2 \cdot \frac{2d}{3} \quad \varphi_2 - \varphi_1 = E_2 \cdot \frac{2d}{3} \quad \varphi_1 = \varphi_2 - \frac{U \cdot 2d}{d \cdot 3}$$

потенциал 2-й сетки

$$\textcircled{2} U - \frac{2}{3}U = \frac{1}{3}U$$

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 checked="" 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!

№3 (часть 2)

04

ЗСЭ:

скорость mV_A^2
в точке A

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + q \cdot \Delta\varphi_{12} + q \cdot (\varphi_2 - \varphi_A)$$

разность потенциалов между 1 и 2 сетками

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + q \cdot U + q \cdot \frac{2}{3} U$$

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{5}{3} qU$$

$$mV_A^2 = mV_0^2 + \frac{10}{3} qU$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{10}{3} \frac{q}{m} U}$$

Ответ: 1) $a = \frac{qU}{md}$; 2) $K_3 - K_2 = q \cdot U$; 3) $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{10}{3} \frac{q}{m} U}$

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!

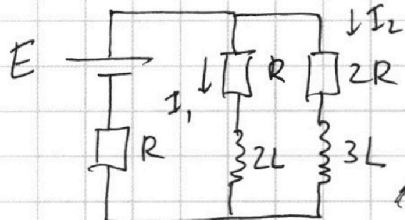


05

14 (часть 1)

До замык.:

I_2 - ток через реверсор $2R$ до замык. ключа в уст. режиме; I_1 - ток через R



Т.к. решим установившееся (т.е. токи по индукторам ~~то ~~напряжения~~ на катушках не по катушки можно считать проводями.~~

$$E = I_1 R + (I_1 + I_2) R$$

$$E = I_2 \cdot 2R + (I_1 + I_2) R$$

$$I_1 R = I_2 \cdot 2R$$

- 3-ий Кирхгофа

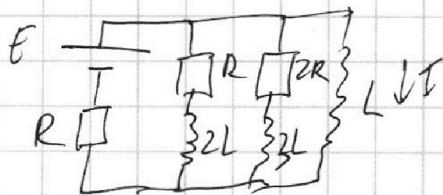
$$E = 2I_2 R + 3I_2 R$$

$$I_2 = \frac{E}{5R}; I_1 = \frac{2E}{5R}$$

2) Т.к. ток через катушки быстро меняется не успевает, то сразу же после замыкания, ток ^I через катушку L равен нулю.

После замык.: (А также токи I_1 и I_2 не успели измениться)

3-и. Кирхгофа на контур с L:



$$E = LI + (I_1 + I_2) R$$

$$LI = E - (I_1 + I_2) R$$

$$I = \frac{E - (I_1 + I_2) R}{L} = \frac{E - \frac{3}{5} \frac{E}{R} \cdot R}{L} \quad (2)$$

$$(2) \quad \frac{2E}{5L}$$

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!

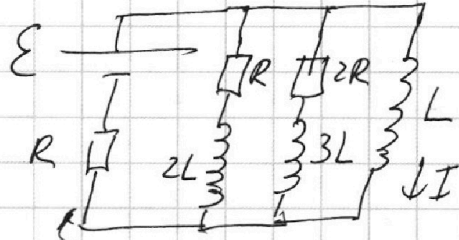
114 (маелз)

06

3) Запишем 3-и Кирхгофа на контур с L.

$$\mathcal{E} = L \dot{I} + \sum I \cdot R$$

ток через L сумма всех токов



Важно сразу после замыкания:

$$\mathcal{E} I = I_1 + I_2 = \frac{\mathcal{E}}{5R} + \frac{2\mathcal{E}}{5R} - \frac{3\mathcal{E}}{5R}; \quad \frac{3\mathcal{E}}{5R} \cdot R < \mathcal{E}$$

Ток через катушку L будет расти во тех пор, пока

ток $L \dot{I} > 0$

суммарный ток через батарею не станет таким, чтобы на резисторе R около батареи не подавало E: $\mathcal{E} = \mathcal{E} I R + L \dot{I}; \quad L \dot{I} = \mathcal{E} - \mathcal{E} I R$.

Но если ~~сумма~~ на резисторе возле батареи падает \mathcal{E} , то в остальных контурах, чтобы выполнялся Кирхгоф, $L \dot{I} < 0$:

$$\left\{ \begin{aligned} \mathcal{E} &= I_1 R + 2L \dot{I}_1 + \mathcal{E} I R \\ \mathcal{E} &= 2I_2 R + 3L \dot{I}_2 + \mathcal{E} I R \end{aligned} \right.$$

- если это \mathcal{E} , то вот это должно быть < 0 .
Если $L \dot{I} < 0$, то ток уменьш.

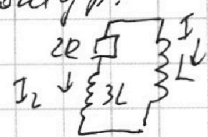
В конце, ~~через~~ ток I_1 и I_2 равны 0 и ток течёт только

через L.

$$\mathcal{E} = L \dot{I} + I R; \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Запишем кирхгофе на контур:

$$2I_2 R + 3L \dot{I}_2 = I L$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

~~№2~~ №4 (часть 3)

07

\mathcal{E}_k заряд прошедший через $2R$.

$$2q_2 R + 3L \int_{I_0}^{I_2} \frac{dI_2}{dt} = \int_{I_0}^{I_2} L \frac{dI}{dt}$$

$$2q_2 R + 3L \Delta I_2 = L \Delta I$$

$$2q_2 R + 3L \left(\frac{q_2}{5R} \right) = L \left(\frac{\mathcal{E}}{R} \right)$$

включе замыкание

справ, включе замыкание
исчезает ток
замык

$$2q_2 R - 3L \frac{\mathcal{E}}{5R} = L \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$2q_2 R = L \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{3}{5} \mathcal{E} \frac{L}{R}$$

$$2q_2 R = \frac{4}{5} \mathcal{E} \frac{L}{R}$$

$$q_2 = \frac{4}{5} \frac{L \mathcal{E}}{R^2}$$

Ответ: $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{5R}$; $\dot{I} = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$; $q = \frac{4}{5} \frac{L \mathcal{E}}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

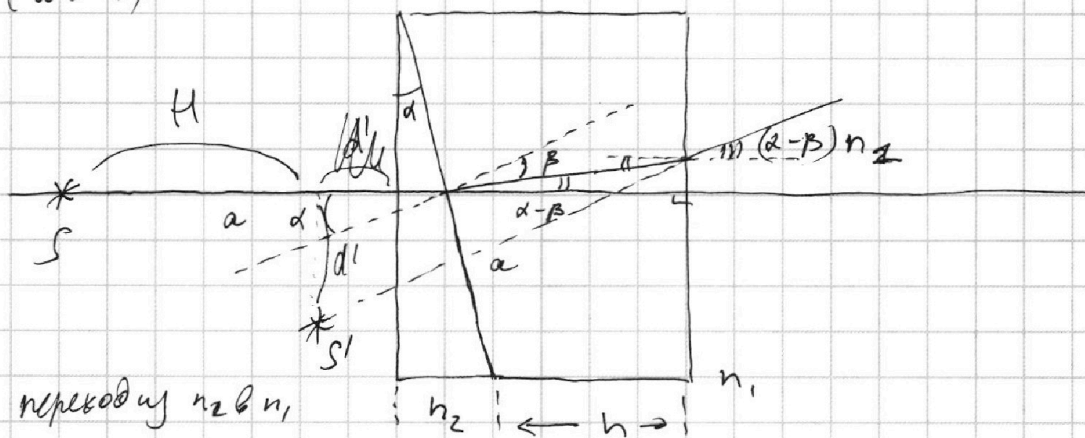
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№5
3) (часть 4)

10



переходу $n_2 \rightarrow n_1$

$$1) \begin{cases} n_2 d = n_1 \beta \\ \beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha \end{cases}$$

2) переходу $n_1 \rightarrow n_2$ в воздухе:

$$(\alpha - \beta) \cdot n_1 = x \cdot n_2$$

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

Т.к. призма не фокусирует параллельные лучи, то мнимое изображение источника S' будет видно на расстоянии a от правого края призмы и будет повернуто на угол $\alpha (n_1 - n_2)$ (как на рисунке)

$$\tan \alpha (n_1 - n_2) \approx \alpha (n_1 - n_2)$$

$$d' = \alpha (n_1 - n_2) \cdot a = \alpha n_1 a - \alpha n_2 a = a - d' = a - a \cdot \alpha (n_1 - n_2) + h =$$

$$= 200 \text{ см} - 200 \cdot 0,05 \cdot 0,2 \cdot 9 = 200 - 2 + 9 = 0,05 \cdot 0,2 \cdot 200 =$$

$$= 2 \text{ см}$$

$$H = a - a \cdot \cos \alpha + h = a \cdot \frac{1 + \alpha^2}{2} + h = 200 \cdot \frac{0,05^2}{2} + 9 = 29,05 \text{ см}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

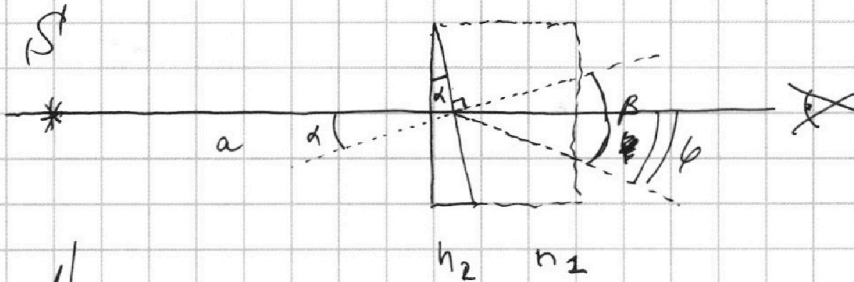
МФТИ

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

08

N5 (карта 2)

$n_2 = 1$



$d = 0,05 \text{ рад}$

$h = 9 \text{ см}$

1) $n_1 = n_2 = 1$

$n_2 = 1,6$

какой ϕ ?

$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$, т.к. $\alpha, \beta \ll 1$, то: $\sin \alpha \approx \alpha$

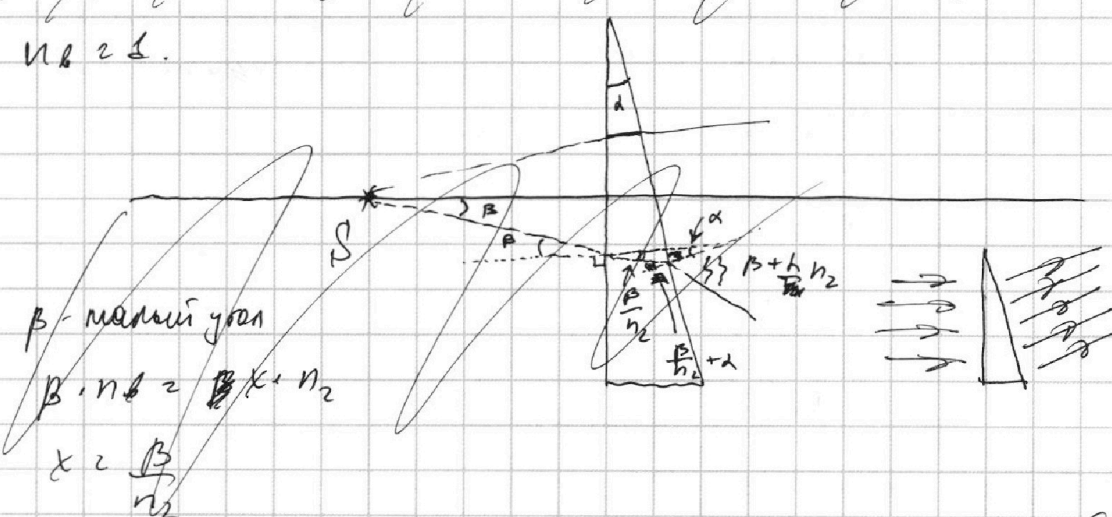
$n_2 \alpha = \beta$

$\phi = \beta - \alpha = n_2 \alpha - \alpha = (n_2 - 1) \alpha = 0,6 d = 0,6 \cdot 0,05 =$

$\approx 0,03 \text{ рад.}$

2)

т.к. у ~~верха~~ ~~второй~~ ~~поверхности~~ ~~показателя преломления равен $n_2 = 1$~~ , то она на ход луча не влияет, т.к. у верха тоже $n_2 = 1$.



β - малый угол

$\beta \cdot n_2 = \alpha \cdot n_1$

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

т.к. призма одинаково меняет угол всех лучей, наблюдателю будет виден мнимый изобразитель



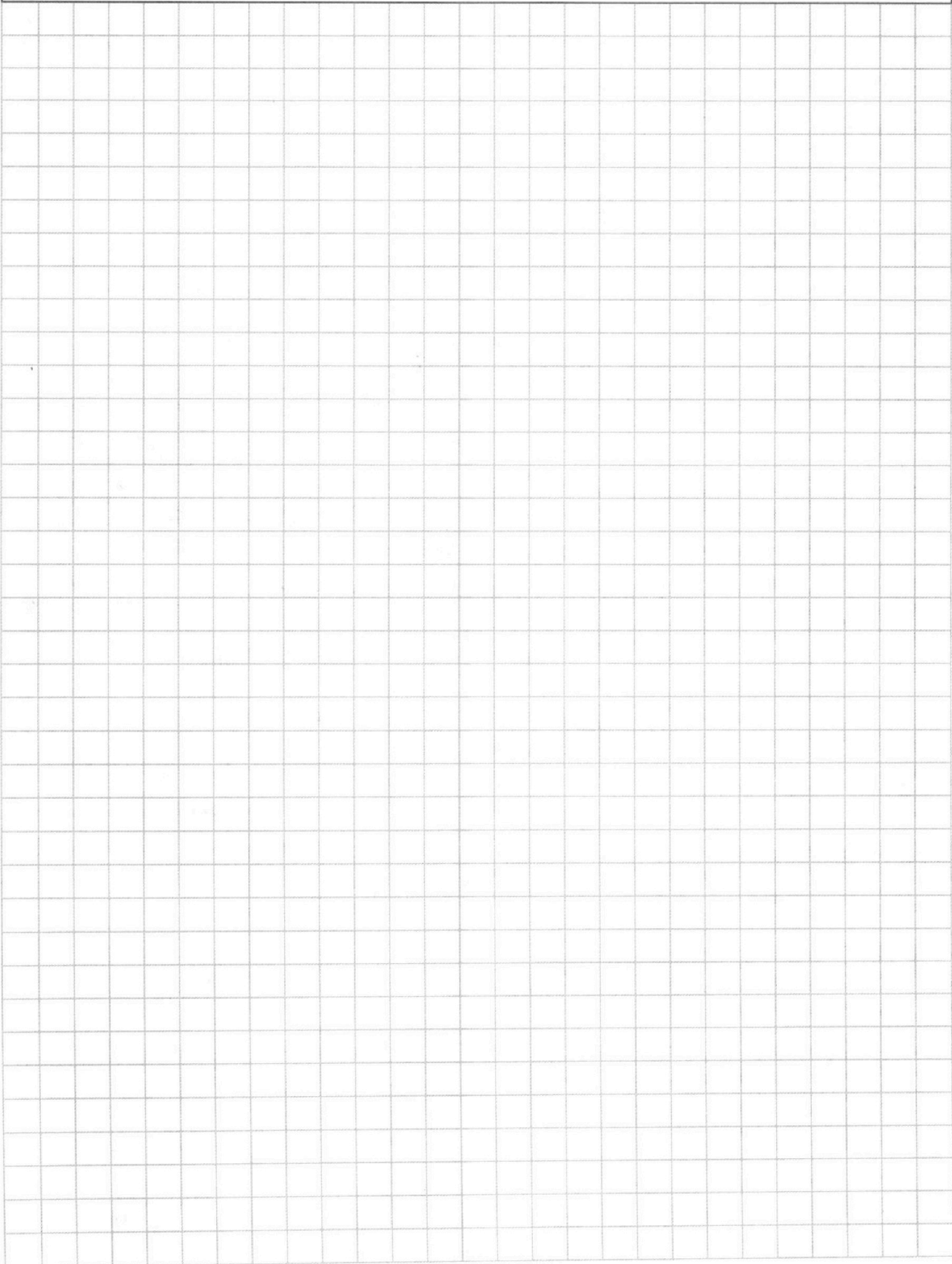
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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"/>



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



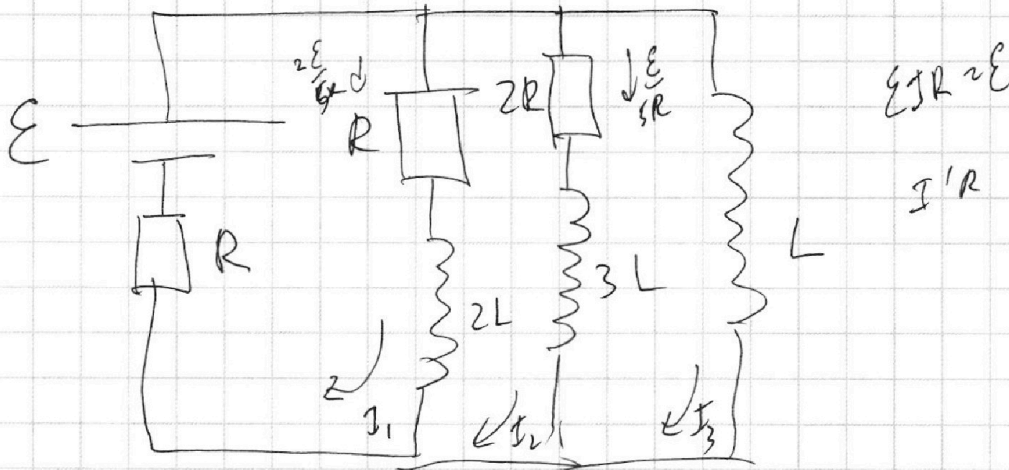
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$\varepsilon = I_1 R + (I_1 + I_2 + I_3) R + \dot{L} I_1$$

$$L \dot{I}_3 = L \dot{I}_2 + I_2 R$$

$$\varepsilon = I R$$

$$\varepsilon = L \dot{I}_3 + \varepsilon I R$$

$$\varepsilon = I R$$

ток на вет. L будет равен до тех пор, пока на перемычке R отсутствует не будет падать ε, но сам на нём падает ε, то на остальных катушках $L \dot{I} = 0 \Rightarrow$ в конце ток через будет течь только через L.

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

$$L \frac{dI}{dt} = 3L \frac{dI_2}{dt} + 2R \frac{dI_2}{dt}$$

$$L \Delta I = 3L \Delta I_2 + 2R$$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$p'_{CO_2} \frac{7}{12} V = (\nu_{CO_2} + A) RT$$

Черновик

$$p'_{CO_2} \frac{7}{12} V = \left(\frac{p'V}{16RT_0} + \frac{\kappa V p'}{16} \right) RT$$

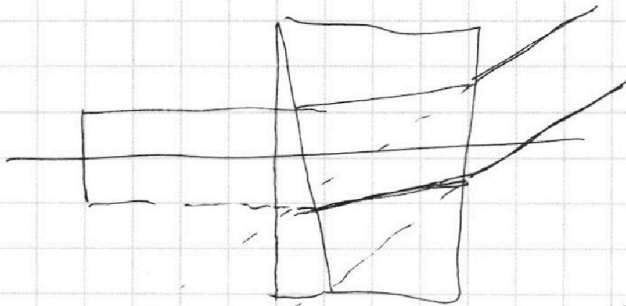
$$p'_{CO_2} \frac{7}{12} V = \frac{p'V T}{12T_0} + \frac{\kappa p'V RT}{16}$$

$$p' = p_0 + p'_{CO_2}$$

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} \left(\frac{p' T}{12T_0} + \frac{\kappa p' RT}{16} \right)$$

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} \left(p' \frac{4}{3 \cdot 12} + p' \frac{0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 16^3}{16} \right)$$

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} p' \cdot \frac{4}{3 \cdot 12} + p' \frac{12}{7} \frac{3 \cdot 3}{5 \cdot 16}$$



100 · 0,00005



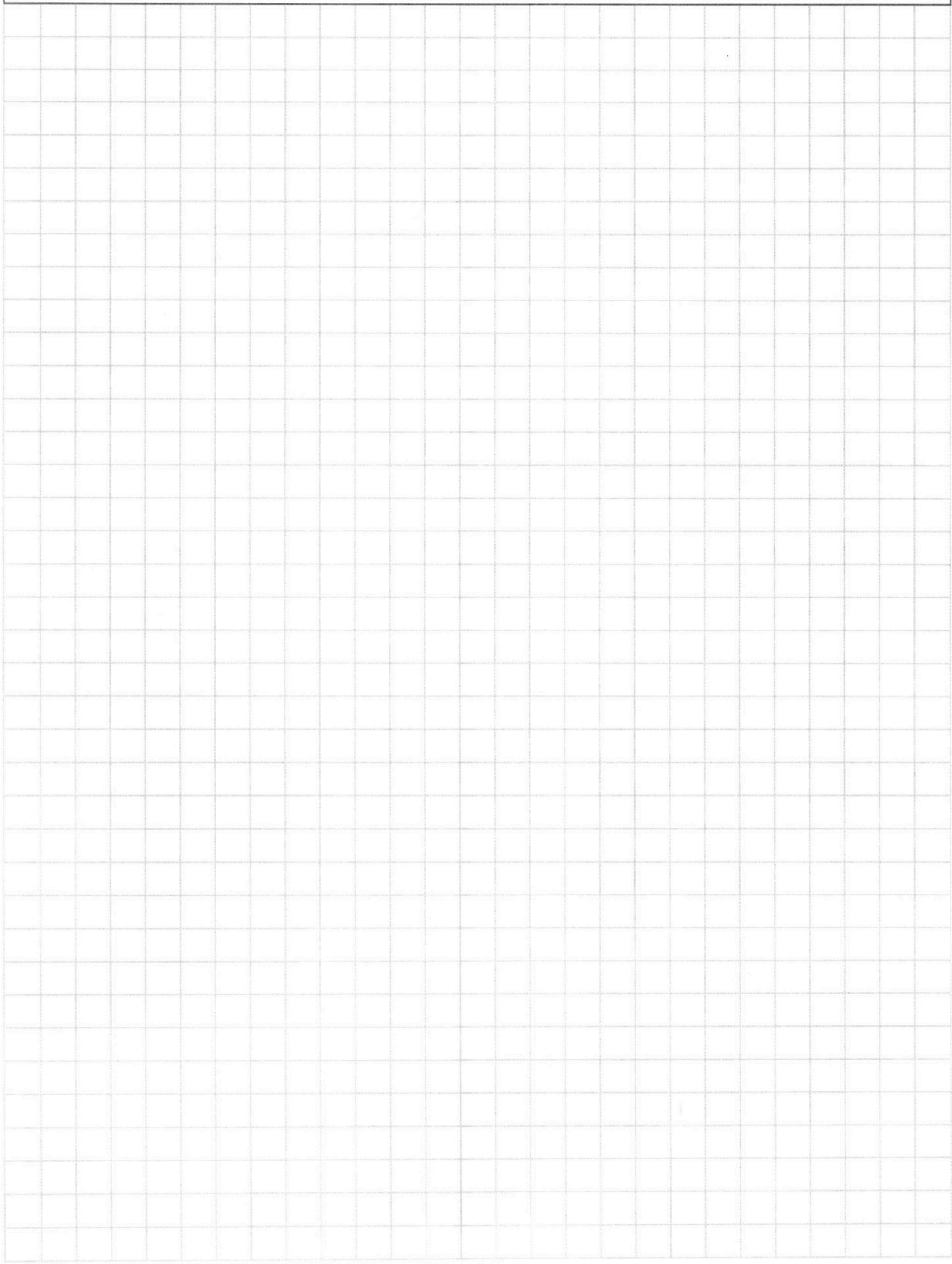
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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"/>



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!



$$P = \frac{dA}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{P dx}{dt} = F \cdot V = \text{const}$$

т.к. V и F не const, $\Rightarrow P$ не const

$$F_{\text{пл}} = \frac{1}{V}$$

$$\frac{3 \cdot 3 \cdot 13}{5 \cdot 4} = \frac{27}{20}$$

$$\frac{120 - 27}{20} = \frac{93}{20}$$

В конце разгона $a = 0 \Rightarrow$

$$\frac{20 \cdot 7}{93} a = 0 \Rightarrow$$

$$F_{\text{пл}} = F_{\text{суп}} = 20$$

$$\Rightarrow F_{\text{пл}}' = 405 \text{ Н}$$

$$F_{\text{пл}}' \cdot V_{\text{конечн}} = P = F_{\text{пл}} V$$

$$V_{\text{конечн}} \approx 30 \text{ м/с}$$

$$F_{\text{пл}}' \cdot V_{\text{конечн}} = F_{\text{пл}} V$$

$$405 \cdot 30 = F_{\text{пл}} V$$

$$\frac{120150}{V_c} = F_{\text{пл}}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 12150 \cdot 27 \\ \hline 108 \\ 135 \\ \hline 155 \\ \hline 0 \\ 3 \\ 45 \\ \times 22 \\ \hline 315 \\ + 90 \\ \hline 1215 \end{array}$$

$$\frac{P' V}{Z} = \frac{P' V}{R}$$

$$p' = p_0 + \dots$$

$$J_{\text{пл}} = \frac{P' V^2}{2 R T_0 R}$$

$$= \frac{P' V}{2 R T_0 R}$$

$$m a_{\text{пл}} = F_{\text{пл}} - F_{\text{суп}}$$

$$F_{\text{суп}} = F_{\text{пл}} - m a_{\text{пл}}$$

$$F_{\text{суп}} = \frac{120150}{27} - 300 \cdot 0,25 =$$

$$= 450 - 75 = 375 \text{ Н}$$

$$\frac{375 \cdot 27}{120150} = \frac{450}{120150}$$

$$\frac{2 \cdot 200 \cdot 5}{100 \cdot 5} = \frac{8 \cdot 75}{90 \cdot 5} = \frac{25 \cdot 4}{30 \cdot 4} = \frac{25}{30} = \frac{5}{6}$$

$$\begin{array}{r} 375 \quad 135 \\ - 25 \\ \hline 125 \\ - 125 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 375 \quad 25 \\ - 35 \quad 75 \\ \hline 25 \\ - 25 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{3}{12} - \frac{3}{12} = \frac{3V}{12} - \frac{3V}{12} = 0$$

$$\frac{J_{\text{CO}_2}}{J_{\text{CO}_2}} = \frac{J_{\text{CO}_2} + \Delta J}{J_{\text{CO}_2}}$$

$$\Delta J = k \frac{V^2}{4} \cdot \frac{P'}{4}$$

$$= 2k \frac{V P'}{16}$$

$$\frac{J_{\text{CO}_2}}{2} = \frac{P' V}{16 T_0 R}$$

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

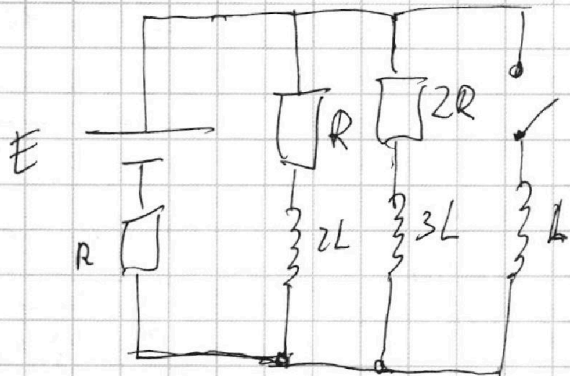
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

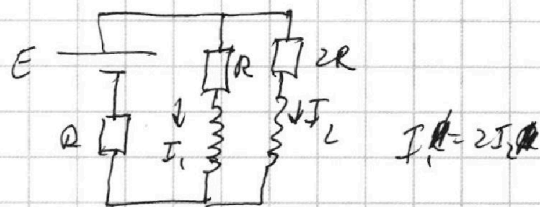
МФТИ

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

№4



До замыкания:



$$E = I_1 R + I_1 R + I_2 R$$

$$E = I_2 2R + I_1 R + I_2 R$$

$$E = 2I_1 R + \frac{I_1 R}{2}$$

$$E = \frac{5}{2} I_1 R$$

$$I_1 = \frac{2E}{5R}$$

$$E - \mathcal{E}_L = 2I_2 R + 2I_2 R + I_2 R$$

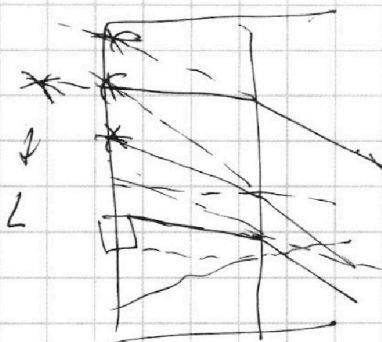
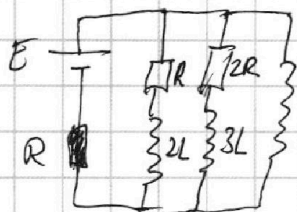
$$I_2 = \frac{E}{5R}$$

$$E = (I_1 + I_2)R + \mathcal{E}_L$$

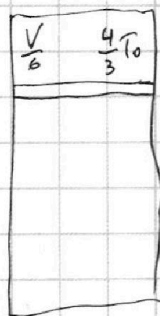
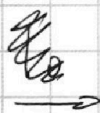
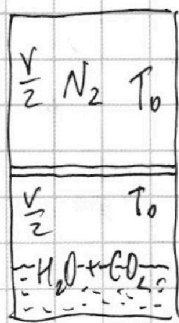
$$\mathcal{E}_L = E - \frac{3E}{5} = \frac{2}{5} E$$

$$I = \frac{2}{5} \frac{E}{L}$$

после замыкания:



$$I_2 \cdot 2R + I_2 \cdot 3L = I_1 L$$



а) w

а) $\Delta p = k p w$

$$2 = \frac{\Delta N_2}{\Delta N_{CO_2}}$$

До:

$$p_{N_2} \frac{V}{2} = \nu_{N_2} R T_0$$

$$p_{CO_2} \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} R T_0$$

$$p_{N_2} = 2 p_{CO_2}$$

после:

$$p'_{N_2} \frac{V}{6} = \nu'_{N_2} R \frac{4}{3} T_0$$

$$p'_{N_2} = p_{N_2} + p_{CO_2}$$

$$p_{N_2} \left(\frac{5}{6} - \frac{1}{4} \right) = \nu_{CO_2} R \frac{1}{3} T_0$$

$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$,
т.к. $T = 300 \text{ K}$

$$p_{CO_2} \left(\frac{5}{6} - \frac{1}{4} \right) = \nu_{CO_2} R \frac{1}{3} T_0$$