

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

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

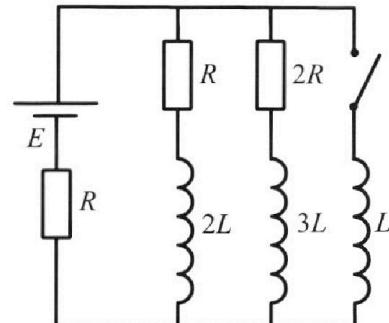
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. Затем ключ замыкают.

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.

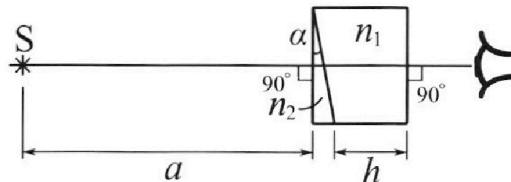


5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя 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  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , 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

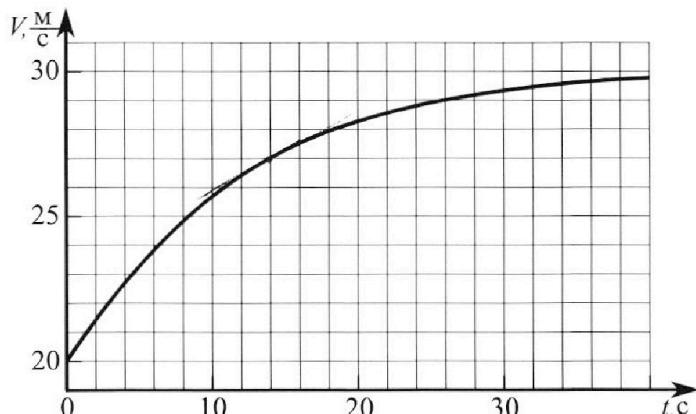


*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 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%.



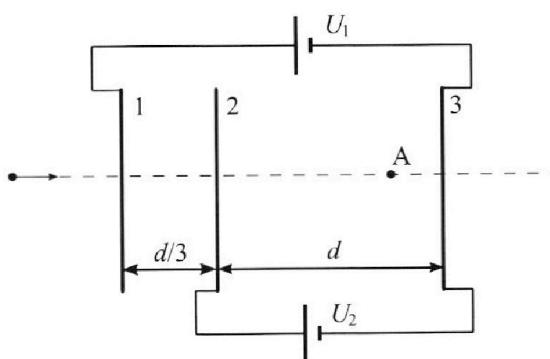
- 2.** Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kp_w$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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 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                        |
| <input checked="" 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!

N1

101

Дано:  
 $m = 300 \text{ кг}$

$F_k = 405 \text{ Н}$

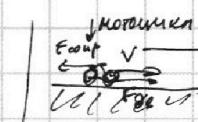
1)  $a$  при  $V = 27 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
2)  $F$ , при  $V$ ,

3)  $P$ ?;  $P$ -коэффициент  
коэффициент  
сопротивления

1)  $a = \frac{dV}{dt}$ ; по графику видно, что в точке  $V = 27 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  
коэффициент имеет значение тангенса "угла" наклона  
равнения:  $\frac{dV}{dt} = \frac{28 - 26}{8} = \frac{1}{4} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ . Соответственно  
ускорение  $a \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)  $\vec{F} = F_{\text{дл}} - F_{\text{сопр}}$

$$ma = F_{\text{дл}} - F_{\text{сопр}}$$



$$ma = F_{\text{дл}} - F_{\text{сопр}} =$$

$F_{\text{дл}}$  - сила, действующая  
благодаря которой  
есть движение.

$F_{\text{сопр}}$  - сила сопротивления.

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

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

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

В конце рягона  $a = 0 \Rightarrow ma = 0 \Rightarrow P_{\text{дл}} = P_{\text{сопр}}$ .

Следовательно  $F_{\text{дл}}' = F_{\text{сопр}}' = 405 \text{ Н}$ . Из исхода

конечная  
сила  
движения

из графика, конечная скорость  $V_k = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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

коэффициент  
сопротивления

$$ma_{\text{дл}} = F_{\text{дл}} - F_i; F_i = F_{\text{дл}} - ma, \quad (1)$$

сила, благодаря которой есть  
движение в момент, когда  
скорость равна  $V$ ,

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

$$= 375 \text{ Н}$$

3)

$$P_{\text{сопр}} = F \cdot V, \quad = 375 \cdot F_i \cdot V = 375 \cdot 27 \text{ Вт}$$

коэффициент  
сопротивления  
все предыдущие  
сила сопротивления  
не противодействует  
по направлению  
(затрачивается)

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

коэффициент  
сопротивления

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |   |                                     |   |                          |   |                          |   |                          |   |                          |   |                          |   |
|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | 5 | <input type="checkbox"/> | 6 | <input type="checkbox"/> | 7 |
|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|

МФТИ.

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

N2

Dано:

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

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

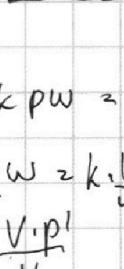
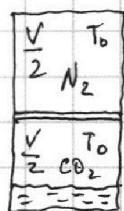
$$R \cdot \frac{4}{3} T_0 \approx 3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$1) \frac{J_{N_2}}{J_{CO_2}} = ?$$

$$2) P = ?$$

2) Расследование:

Do нагрева:



Т.к. при  $T_0$   $P_{N_2} J_{N_2} = 0$ , то:

$$P_{N_2} = P_{CO_2} = P$$

$$-\frac{V}{4} \quad ① \quad P \frac{V}{2} = J_{N_2} R T_0$$

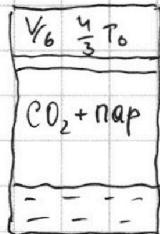
кон-бюль-ся  $J_{N_2}$  Аэота

$$② \quad P \frac{V}{4} = J_{CO_2} R T_0$$

кон-бюль-ся  $CO_2$

$$2 = \frac{J_{N_2}}{J_{CO_2}}$$

$$2 = \frac{7P_0}{6 - \frac{3}{5} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^3} = \\ = P_0 \cdot \frac{140}{120 - 22} = \frac{140}{98} P_0$$



Т.к. нормы ~~не~~ неизменены давление в обоих частях одинаковое.

Решение:  
2;  $\frac{140}{98} P_0$

$$P' \frac{V}{6} = J_{N_2} R \frac{4T_0}{3} ; \quad | P' = P_{\text{пара}} + P_{CO_2}$$

давление после нагрева

$$J_{N_2} = \frac{P' V \cdot k}{8 \cdot 4 P T_0}$$

Т.к.  $\frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$ , то

давление  $P_{\text{пара}} = 10^5 \text{ Pa}$ ,

т.к. он неизменен/нормы  
ко в сосуде еще есть газы)

$$P' = P_0 + P_{CO_2}'$$

изменение  
давление =  $10^5 \text{ Pa}$

$$P_{CO_2}' \left( \frac{5}{6} V - \frac{V}{4} \right) = J_{CO_2}' R \frac{4}{3} T_0$$

$$= \frac{P' V}{8 RT_0} \quad ③$$

$$P_{CO_2}' \frac{7}{12} V = (J_{CO_2} + \Delta J) R \frac{4}{3} T_0$$

$$\frac{P' V}{8 RT_0} = \frac{P' V}{8 RT_0}$$

$$P_{CO_2}' \frac{7}{12} V = \left( \frac{P' V}{16 RT_0} + \frac{k V P'}{16} \right) R \frac{4}{3} T_0$$

$$P' = 4P$$

$$P_{CO_2}' \frac{7}{12} V = \left( \frac{P' V}{16 RT_0} + \frac{k P' V}{16} \right) 4 R T_0$$

$$J_{CO_2} = \frac{P' V}{2} =$$

$$P_{CO_2}' \frac{7}{12} V = \left( \frac{P' V}{RT_0} + k P' V \right) R T_0$$

$$= \frac{P' V}{16 RT_0}$$

$$P_{CO_2}' \frac{7}{12} V = \left( \frac{P' V}{RT_0} + k P' V \right) R T_0$$

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

$$P' = P_0 + P_{CO_2}' ; \quad P_{CO_2}' = P' - P_0 ;$$

$$= \frac{P' V}{16 RT_0}$$

$$P' - P_0 = \frac{P' V + k P' V / R T_0}{7} =$$

$$= P' \left( \frac{1}{7} + \frac{k R T_0}{7} \right) + P_0$$

$$P' = \frac{P_0}{7} + \frac{P_0 k R T_0}{7} + P_0$$

$$P' = \frac{P_0}{7} + \frac{P_0 k R T_0}{7} + P_0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

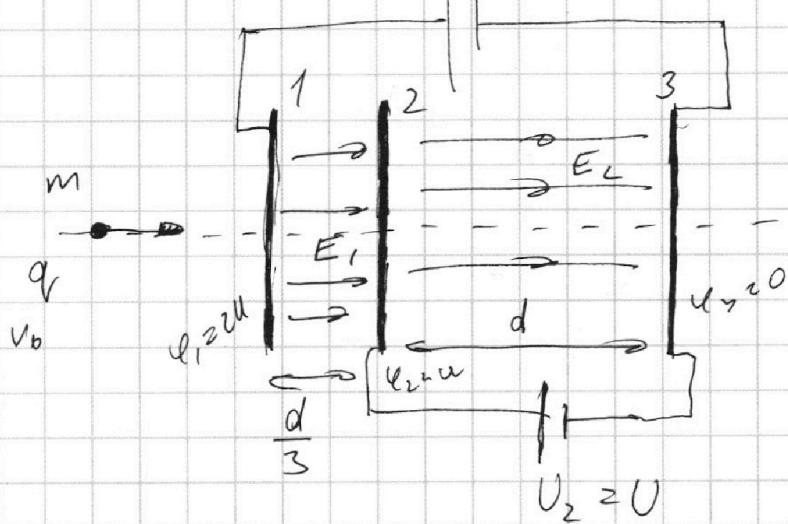
МФТИ

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

№3

$$U_1 = 2U$$

(03)



$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  -  
пограничные  
энергии

$$\left\{ \begin{array}{l} E_1 \cdot \frac{d}{3} = U_1 - U_2 \\ E_2 \cdot \frac{d}{3} = U_2 - 0 \end{array} \right.$$

1) В области между сетками 2-3:  
з II 5-и категория:

$$E_2 \cdot d = U_2 - 0$$

$$\max_x = E_2 q$$

$$a_x = \frac{E_2 q}{m} = \sqrt{\frac{U q}{dm}}$$

$$E_1 = \frac{3U}{d}$$

$$E_2 = \frac{U}{d}$$

2) ЗСГ:

$$K_3 - K_2 = \frac{mv_0^2}{2} + \Delta \varphi_{12} q + \Delta \varphi_{23} q = - \frac{mv_0^2}{2} - (\varphi_2 - \varphi_3)$$

кин. энергия  $K_3$

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

ночные 3-й энергии  
сетки

3) ~~наличие~~ т.к. разные  $d \ll$  размеров, то ионе однопорядка.

следовательно пограничные изменения равны нулю.

$$\text{значит } \varphi_A = E_2 \cdot \frac{2d}{3} \Rightarrow \varphi_A = \varphi_2 - \frac{U \cdot 2d}{3}$$

пограничные  
2-й энергии

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

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!

N3 (задача 2)

[04]

Задача:

скорость тела A

$$A \frac{\frac{m V_A^2}{2}}{2} = \frac{\frac{m V_0^2}{2}}{2} + q_r \cdot \Delta \varphi_{12} + q_r \cdot (U_2 - U_A) \quad \text{или}$$

разность потенциалов  
между 1 и 2  
секциями

$$\frac{\frac{m V_A^2}{2}}{2} = \frac{\frac{m V_0^2}{2}}{2} + q_r \cdot U + q_r \frac{2}{3} U$$

$$\frac{\frac{m V_A^2}{2}}{2} = \frac{\frac{m V_0^2}{2}}{2} + \frac{5}{3} q_r U$$

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

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

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



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

**МФТИ.**

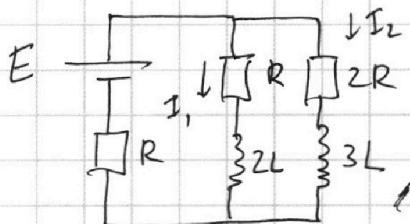
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

05

№4 (часть 1)

До замык.: 1)

$I_2$ -ток через резистор  $2R$  до замык.  
контакта в уст. решении;  $I_1$  -  $-11$ , токи  
через  $R$



Т.к. решим установившееся (т.е. токи не меняются),  
то ~~токи~~ ~~напряжение~~ ~~на катушках~~ не ~~изменяется~~ не ~~изменяется~~  
катушки можно считать проводами.

$$\begin{cases} E = I_1 \cdot R + (I_1 + I_2) \cdot R \\ E = I_2 \cdot 2R + (I_1 + I_2) \cdot R \\ I_1 \neq I_2 \end{cases}$$

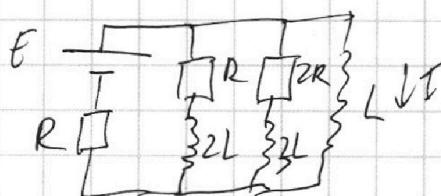
- 3-ий Кирхгоф

$$\left\{ \begin{array}{l} E = 2I_2 R + 3I_2 R \\ I_2 = \frac{E}{5R} \end{array} \right. ; I_1 = \frac{2E}{5R}$$

2) Т.к. ток через катушки быстро меняется то уменьш., то

сразу же начал замыкаться, ток через катушку  $L$  <sup>I</sup> равен нулю. (А также токи  $I_1$  и  $I_2$  не успели установиться)

3-ий Кирхгоф на контур с  $L$ :



$$E = L \dot{I} + (I_1 + I_2) R$$

$$L \dot{I} = E - (I_1 + I_2) R$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**МФТИ.**

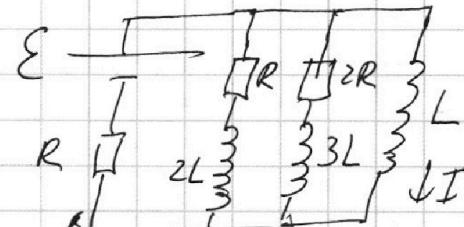
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 4 (часть 2)

3) Запишите 3-ий кирхгоф на контур с L.

$$E = L \frac{dI}{dt} + EI \cdot R$$

ток через сумму всех токов  
 $\frac{1}{L}$



Запишите сразу после выполнения:  $EI$

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

!!

ток через катушку L будет  
равен 0, т.к.  $I_1 = I_2 = 0$

суммарный ток через батарейку не станет  
таким, чтобы по резистору R сквозь него  
не идти  $E$ :  $E = EIR + LI$ ;  $LI = E - EIR$ .

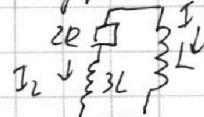
Но если ~~если~~ ток резистора будет бегать  
надает  $E$ , то в основных контурах, чтобы  
формировался кирхгоф,  $LI < 0$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} E = I_1 R + 2LI_1 + EIR \\ E = 2I_2 R + 3LI_2 + EIR \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{- если это } E, \text{ то это дополнительное.} \\ \text{если } LI < 0, \text{ то ток уменьш.} \end{array}$$

в конце, ~~запишите~~  $I_1$  и  $I_2$   
равны 0 и ток течет только  
через L.

$$E = RI + IR; I = \frac{E}{R}$$

запишите кирхгоф на контур Р:



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!

07

№4 №4 (чайд 3) *заряд проходит через 2R.*

$$2q_2 R \int_{q_2}^{q_2+3L} \frac{dI_2}{R} + 3L \int_{I_2}^{\frac{1}{2}I_2} \frac{dI}{L} = \int_{0}^{\frac{1}{2}I_2} \frac{dI}{L}$$

$$2q_2 R + 3L \Delta I_2 = L \Delta I \quad \frac{E}{R} = 0$$

$$2q_2 R + 3L \left( \frac{E}{5R} \right) = L \left( \frac{E}{R} \right) \quad \text{в конце срабатывание}$$

сразу в конце подав  
после сразу  
затем

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

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

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

$$q_2 = \sqrt{\frac{4}{5} \frac{LE}{R^2}}$$

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

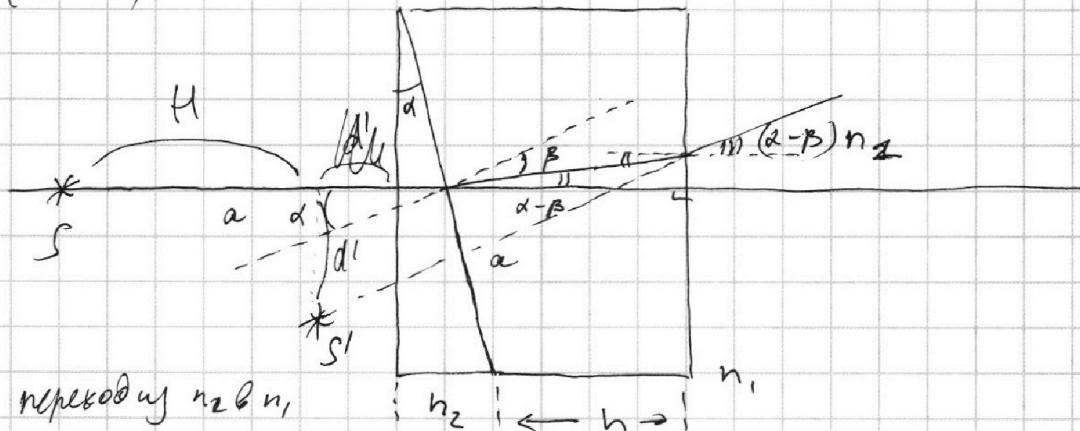
- |                          |   |                          |   |                          |   |                          |   |                                     |   |                          |   |                          |   |
|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | 2 | <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | 5 | <input type="checkbox"/> | 6 | <input type="checkbox"/> | 7 |
|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|



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

10

3) (чертеж)

переход из  $n_2 \rightarrow n_1$ 

$$\text{1) } n_2 \alpha = n_1 \beta \\ \beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha$$

2) переход из  $n_1 \rightarrow n_2$ :

$$(alpha - beta) \cdot n_1 = x \cdot n_2^{1/2}$$

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

т.к. пружина не  
декомпонирует параллельные лучи, то  
изображение  $S'$  будет линией  
расстояния  $a$  от правого края пружины и будет повернуто  
на угол  $\alpha (n_1 - n_2)$  (как на рисунке)

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

~~$$d' = \alpha (n_1 - n_2) \cdot a = 0,05 \cdot 0,2 = 0,01 \text{ м}$$~~

~~$$= 200 \text{ см} \quad 200 \cdot 0,05 \cdot 0,2 = 200 \cdot 0,01 = 2 \text{ см}$$~~

$$= 2 \text{ см}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                                   | 6                        | 7                        |
| <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!

N5 (задача)

S\*

$\lambda = 0,05 \text{ рад}$

$h = 9 \text{ см}$

1)  $n_1 = n_2 = 1$

$n_2 = 1,6$

Что?

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

$n_2 \alpha = \beta$

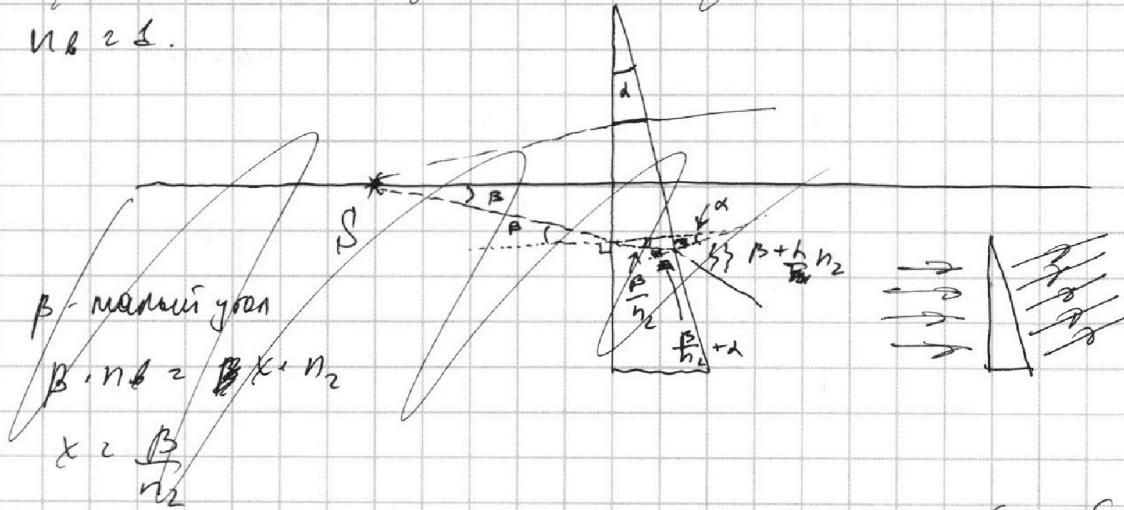
$$\ell = \beta - \alpha = n_2 \alpha - \alpha = (n_2 - 1) \alpha = 0,6 \alpha = 0,6 \cdot 0,05 =$$

$= 0,03 \text{ рад.}$

2)

т.к. у берега прилив  
отходит в сторону  
то она же ход прилив не кончается, т.к. у берега бьет прилив

Из 2.



т.к. приближение одинаково меньше угол всех лучей, наблюдается  
будет видеть максимум 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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

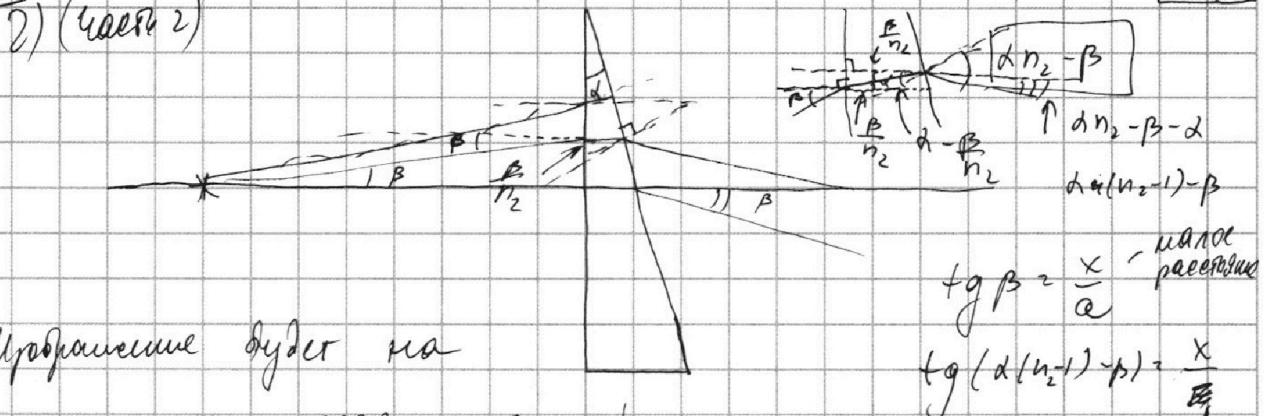
МФТИ



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

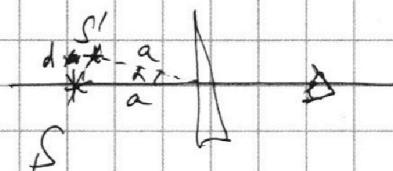
№  
2) (Часть 2)

09



Изображение будет на

таком же расстоянии  $a$   
от призмы, только  
повёрнутого относительно  
прямой ист. - мая на  
угол  $\alpha$ .



следующим расстоянием  $d$  между  
источником и изображением будет

т.к.  $\beta$  за угла малое.

$$\beta \approx \frac{x}{a}$$

$$d(n_2 - 1) - \beta \approx \frac{x}{b}$$

$$\frac{b}{a} \approx \frac{\frac{x}{a}}{\frac{x}{b}} = \frac{b}{a} = d(n_2 - 1) - \beta$$

расстояние вдвое  
от начального угла  $\alpha$   
сдвинутого изображения  
такого же будет.

$$d^2 = a^2 + a^2 - 2a^2 \cos(\alpha)$$

$$\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

$$d^2 = 2a^2 \left(1 - 1 + \frac{\alpha^2}{2}\right)$$

$$d^2 = 2a^2 \frac{\alpha^2}{2} = a^2 \alpha^2$$

$$d = a \cdot \alpha = 200 \text{ см} \cdot 0.05 = 10 \text{ см.}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

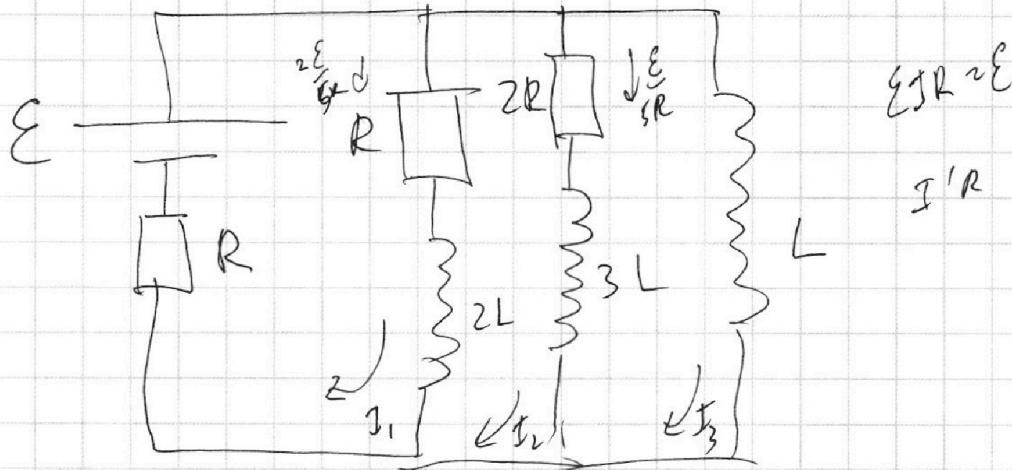
6

7

МФТИ



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



$$E = I_1 R + (I_1 + I_2 + I_3) R + \frac{1}{2} L I_1$$

$$L \dot{I}_3 = L \dot{I}_2 + 2 I_2 R$$

ПК на кат. L будет равен  
до тех пор, пока не  
перейдёт R схема  
не будет подана E, Но  
сам на неё подает E,  
то на оставшихся катушках  
 $L \dot{I} = 0 \Rightarrow$  в конце ток  
через катушку есть только через L.

$$E = I R$$

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

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

$$L \dot{I}_2 + L \frac{dI}{dt} = 3L \cdot \frac{dI_2}{dt} + 2R \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

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



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"/> |

**МФТИ**

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

$$p'_{CO_2} \frac{V}{12} = (p_{CO_2} + \Delta) RT$$

Черновик

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

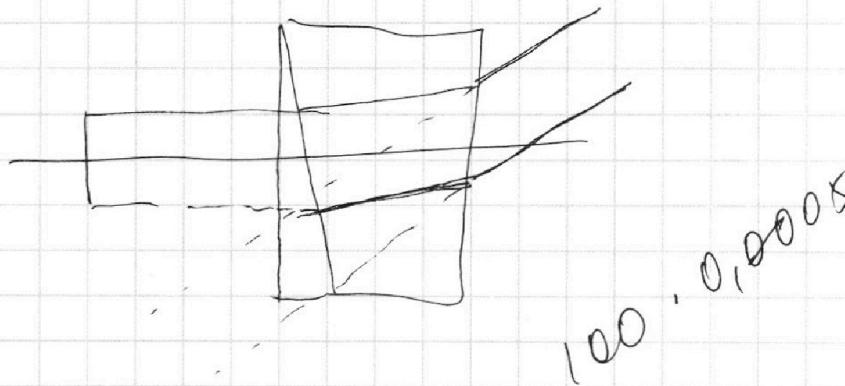
$$p'_{CO_2} \frac{V}{12} = \frac{p'V}{12RT_0} + \frac{kVp'RT}{16}$$

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

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} \left( \frac{p'V}{12T_0} + \frac{kVp'RT}{16} \right)$$

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} \left( p' \frac{3450}{3 \cdot 12 T_0} + p' \frac{0,6 \cdot 10^{-5} \cdot 3 \cdot 16^3}{16} \right)$$

$$p' = p_0 + \frac{12}{7} p' \frac{1}{3 \cdot 12} + p' \frac{12}{7} \frac{3 \cdot 3}{5 \cdot 16}$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

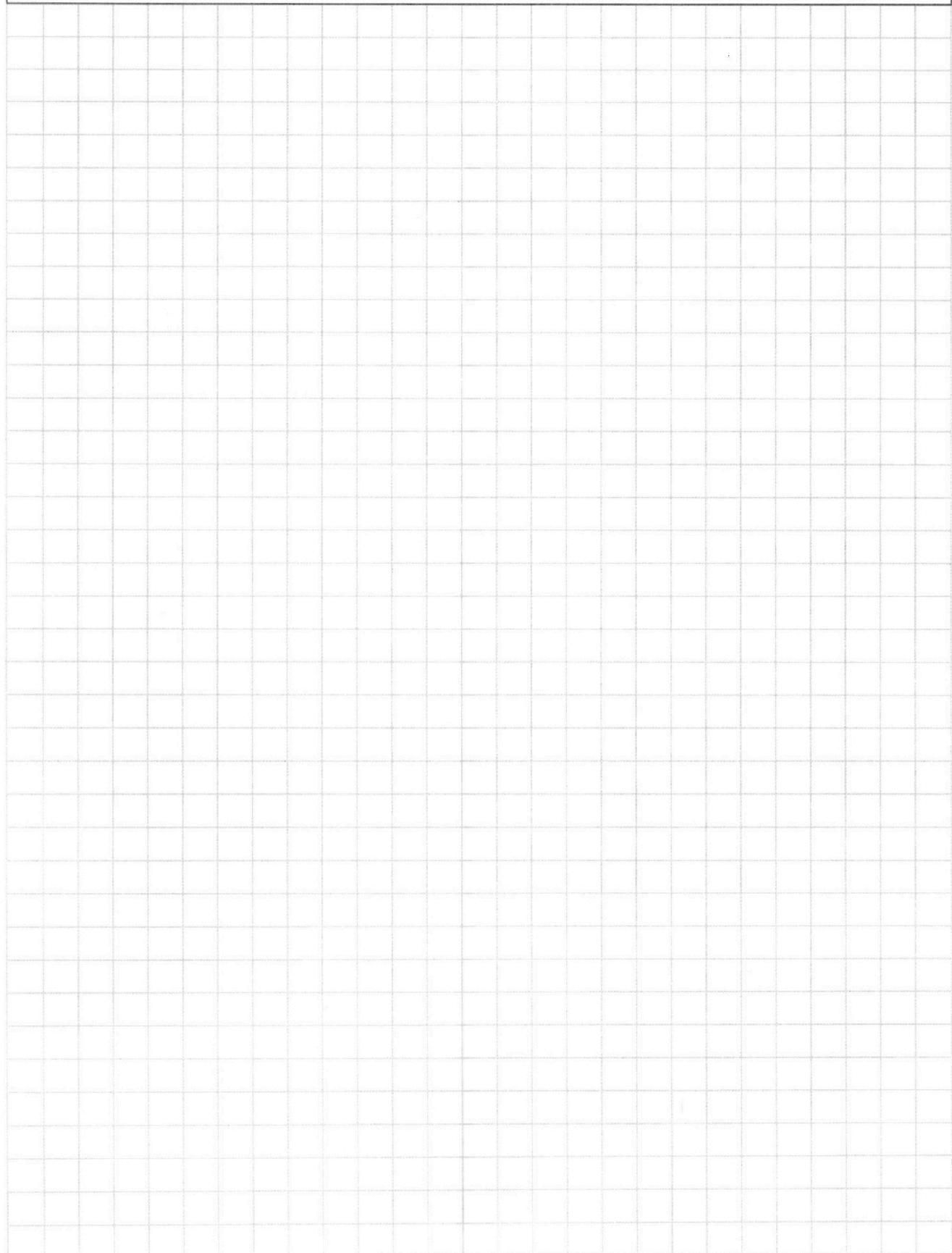
5

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:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Черновик

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

$$\therefore \frac{Pdx}{dt} = P \cdot V = \text{const}$$

$\frac{dP}{dt}$

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

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

$\frac{20 \cdot 3}{93} = 0,6 \cdot 10^3$

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

$\frac{3 \cdot 10^3 \cdot 13}{4} = R T_0 \cdot k R T_0$

$\frac{6}{7} P' - k R T_0 \frac{P'}{2}$

$P \left( \frac{6}{7} - k \frac{R T_0}{2} \right)$

$\frac{3}{4} \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 10^3 = \frac{3 \cdot 3 \cdot 3}{4}$

$P_{DB} = F_{coup} = 20$

$\Rightarrow P_{DB}' = 4054$

$P_{DB}' \cdot V_{конечн} = P \cdot F_{DB} V_1$

$V_{конечн} \approx 30 \frac{M}{c}$

$P_{DB}' \cdot V_{конечн} = P_{DB} V_1$

$\frac{12150}{V_1} = P_{DB}$

$\frac{P V}{2} = \frac{P' V}{8}$

$\frac{P}{2} = \frac{P'}{8}$

$P' = P_0 +$

$\frac{375 \cdot 27}{12150} = \frac{8,75}{90 \cdot 7} = \frac{25 \cdot 7}{300 \cdot 7}$

$\frac{375 \cdot 125}{25 \cdot 125} = \frac{125}{125} = 1$

$\frac{375 \cdot 125}{125} = 375$

$\frac{375 \cdot 125}{125} = 375$

$\frac{\partial C_{CO_2}}{\partial C_{CO_2}} = \frac{\partial C_{CO_2} + \Delta}{\partial C_{CO_2}}$

$\Delta = k \frac{C_{CO_2} V}{4} \cdot \frac{P'}{4} =$

$= k \frac{C_{CO_2} V}{16}$

$\frac{3}{4} \cdot \frac{12150}{2} = \frac{3 \cdot 12150}{16 \cdot 10^3}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

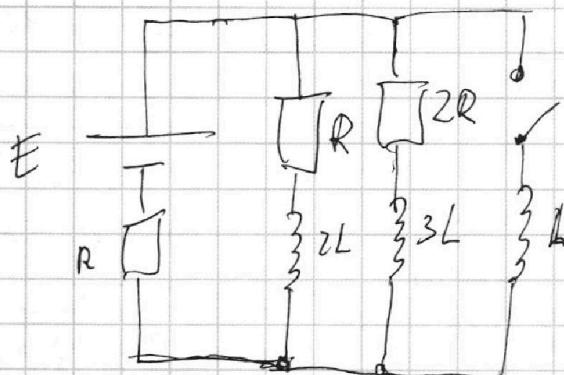


- 1  2  3  4  5  6  7

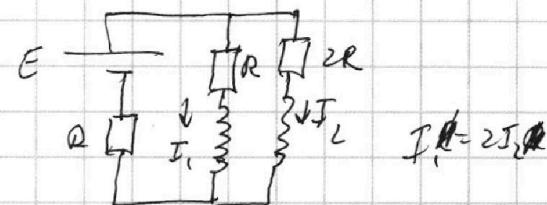
**МФТИ**

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

№4



До решения:



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

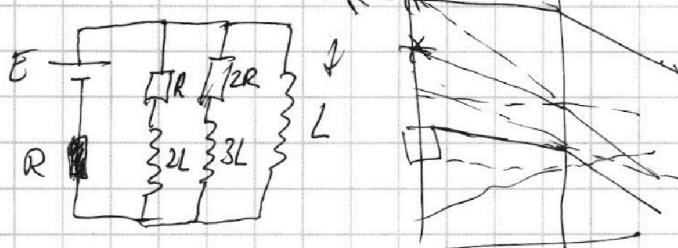
$$E = I_2 2R + I_2 R + I_2 R$$

$$E = 2I_2 R + \frac{I_2 R}{2}$$

$$E = \sum I_i R$$

$$I_1 = \frac{2}{3} \frac{E}{R}$$

после решения:



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

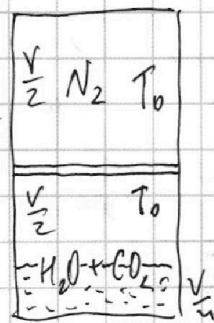
$$E - iL = 2I_2 R + 2I_2 R + I_2 R$$

$$I_2 = \frac{E}{3R}$$

$$E - iL = (i_1 + i_2)R + L \frac{di}{dt}$$

$$L \frac{di}{dt} = E - \frac{3E}{5} = \frac{2}{5} E$$

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



1)

При комнатной температуре

Равен Рн

$$\Delta P = k_p w$$

$$2 = \frac{\partial N_2}{\partial CO_2}$$

$$\begin{aligned} P_{N_2} \frac{V}{2} &= \partial R T_0 \\ P_{CO_2} \frac{V}{4} &= \partial_{CO_2} R T_0 \end{aligned}$$

$$P_{N_2} = P_{CO_2}$$

$$P_n = 10^5 Pa, \\ T.c. T = 300K$$

ночью:

$$P_{N_2}' \frac{V}{6} = \partial R \frac{4}{3} T_0 \quad | \quad P_{CO_2}' \left( \frac{5}{6} V - \frac{V}{4} \right) = \partial_{CO_2} R T_0$$

$$P_{N_2}' = P_n + P_{CO_2}$$

$$P_{N_2}' \left( \frac{5}{6} V - \frac{V}{4} \right) = \partial R \frac{4}{3} T_0$$