



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



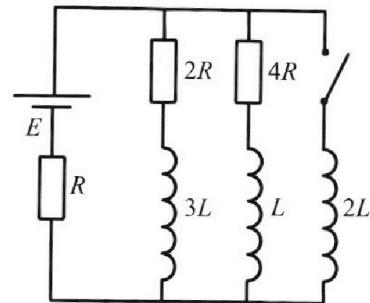
Вариант 11-04

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.

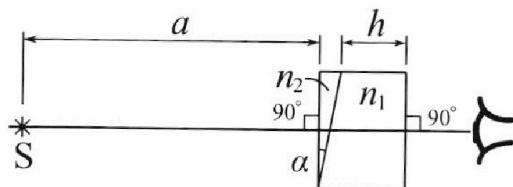
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

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 $a = 100$ 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 $h = 14$ 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 $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



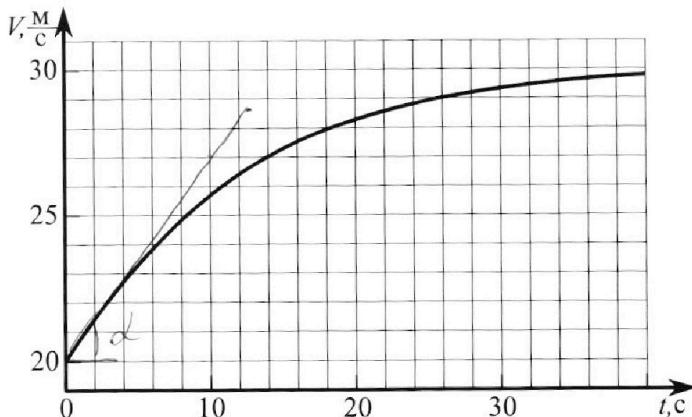
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 11-04



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

- 1.** Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ 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 $F_k = 200$ Н.



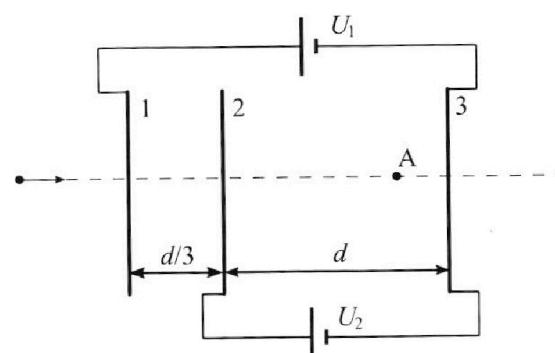
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность числа иного ответа на первый 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 $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp$. 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 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ 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 $3d/4$ 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 |
| X | | | | | | |

МФТИ



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

11

Дано: $m = 240 \text{ кг}$

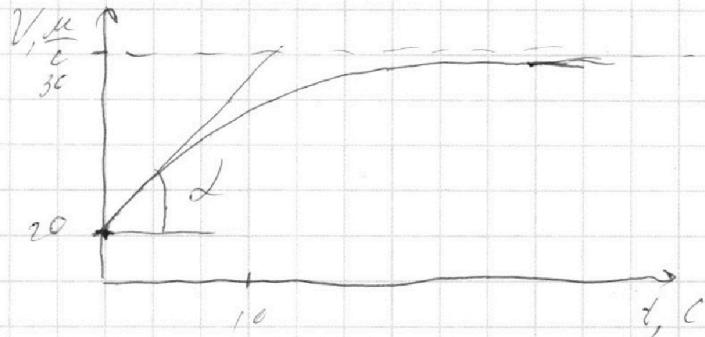
Демонстрируем рисунок.

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

Ноо - ?

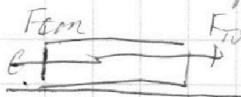
2) F_0 - ?

$$3) \frac{N_1}{N_0} - ?$$



11 $\alpha_0 = V$ - по определению, тогда проведем
касательную на графике (это будет линейной зависимостью
от времени, т.к. ускорение движущегося
тела постоянное), также
касательная этой касательной ко оси t & име-
мущую рабочую α_0 , по определению $\alpha_0 = \frac{V_{10} - V_0}{10} = 0.7 \text{ м/с}^2$.

2) Т.к. мощность $N = \text{const}$, то получим момент
когда разгон тела прекратится, из графика
мы видим, что $V_{\text{зет}} \rightarrow 30 \text{ м/с}$, т.к. $N = F_{\text{трек}} \cdot V$, то
 $N = F_k \cdot V_{\text{зет}} = F_{\text{трек}} \cdot V_0$, из закона изменения



$$F_{\text{трек}} - F_k = m \alpha_0 \Rightarrow F_0 - F_k \frac{V_{\text{зет}}}{V_0} = m \alpha_0$$

$$F_0 = 200 \text{ Н} \cdot \frac{30}{20} - 240 \cdot \frac{7}{10} \text{ Н} = 300 \text{ Н} - 168 \text{ Н} = 132 \text{ Н}$$

$$3) N_1 = F_0 \cdot V_0, N_0 = F_k \cdot V_{\text{зет}} = F_{\text{трек}} \cdot V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_0} = \frac{F_0 V_0}{F_{\text{трек}} V_{\text{зет}}} = \frac{132 \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{44}{100} = 0.44$$



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

Ответ: 1) $a_0 = 0,7 \text{ м/с}^2$; 2) $F_0 = 132 \text{ Н}$

$$3) \frac{N_1}{N_0} = 9,44$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Рано:

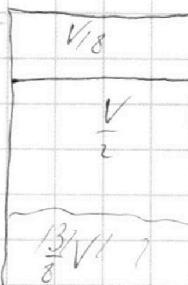
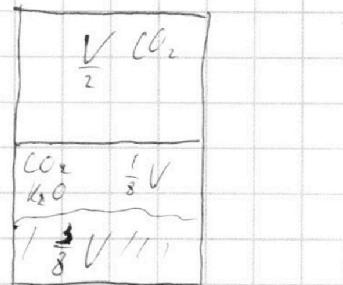
$$T = \frac{4}{3} T_0 = 373K$$

$$\Delta Y = k p w$$

$$k = 96 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \cdot \text{Па}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

μ^2



1) Т.к. при изотермии

то давление паров кас. наруж

и можно пренебречь, то $p_{\text{пар}} \approx 0$, тогда

$$\frac{V_1}{V_2} ?$$

$$p_0 \frac{V}{V_2} = \gamma_1 R T_0 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 4$$

$$p_0 \frac{V}{V_2} = \gamma_2 R T_0$$

2) Найдём конечное давление из уравнения

состояния для верхнего слоя: $\frac{p_0 V}{V_2} = \gamma_1 R T_0$

Т.к. $\gamma_1 < \gamma_2$,

$$\frac{p_0 V}{V_2} = \gamma_1 R \frac{4}{3} T_0$$

$$T_0 P = p_{\text{пар. нач.}} + p_{\text{CO}_2, \text{ нач.}}$$

$$P = \frac{16}{3} p_0$$

$$p_{\text{пар. нач.}} = p_{\text{ат}}, \text{ при } T = 343K$$

$\Delta V = V_1 - V_2$, Т.к. при T CO_2 уменьшился в $\frac{1}{3}$ раза, то $V_1 = \frac{4}{3} V_2$, т.е. $V_1 = \frac{4}{3} V_2$

$$p_{\text{CO}_2} \frac{V}{V_2} = \gamma_2' R T_0 = \frac{4}{3} \gamma_2 R T_0 \Rightarrow \Delta Y = \frac{V}{3 R T_0} (3 p_{\text{CO}_2} - p_0)$$

$$p_0 \frac{V}{3} = \gamma_2 R T_0$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Ход з-ва Тенгиз:

$$\frac{\checkmark}{8RT_0} (3P_{CO_2} - P_0) = k P_{CO_2} \frac{3}{8} \checkmark$$

$$\frac{3P_{CO_2}}{RT_0} - \frac{P_0}{RT_0} = \frac{3}{8} k P_{CO_2}$$

$$P_0 = 3P_{CO_2} - 3kRT_0 P_{CO_2} = 3 \cdot \left(\frac{16}{3} p_{at} - p_{at} \right) \left(1 - \frac{3}{4} k RT_0 \right) \Rightarrow$$

$$p_{at} = \frac{16}{3} \Rightarrow P_0 = \frac{3 \left(1 - \frac{3}{4} k RT_0 \right)}{15 - 12 k RT_0} p_{at}$$

$$P_0 = \frac{3 \left(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3 \right)}{15 - 12 \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} p_{at} = \frac{35}{220} p_{at}$$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 4$; 2) $P_0 = \frac{35}{220} p_{at}$

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



Рако:

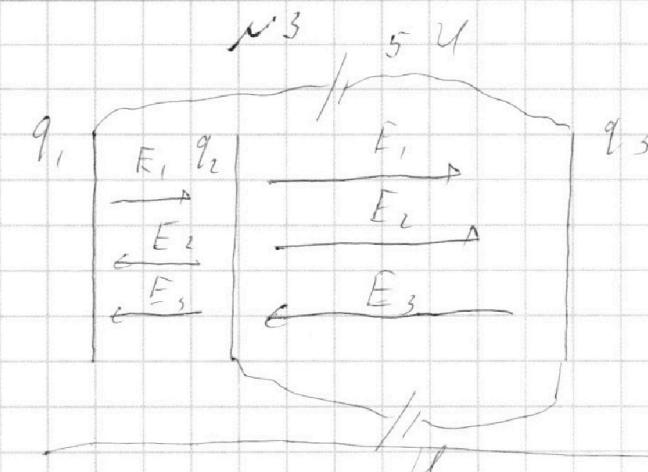
$$U_1 = 5V$$

$$U_2 = U$$

$$V_0, m, q > 0$$

Начало?

$$2) K_3 - K_2 - ?$$



$$3) V_x - ?$$

Пусть распределение зарядов на
областих такое как на рисунке,

Тогда: $E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 s}$, $E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 s}$, $E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 s}$

$$\left\{ 5U = \frac{q_1}{2} E_1 d + \frac{2}{3} E_2 d - \frac{q_3}{2} E_3 d \right.$$

$$\left\{ U = E_1 d + E_2 d - E_3 d \right.$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow E_1 + E_2 + E_3 = 0, \text{ решаем для } E_3$$

составляем уравнение: $E_3 = 6 \frac{U}{d}$

$$E_2 = -\frac{11U}{2d}$$

$$E_1 = -\frac{U}{2d}$$

Тогда $F_1 = \mu_0 A_2 = (E_1 + E_2 - E_3) \cdot q = \frac{U}{d} q$

$$a_{x-3} = \frac{U q}{m d}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

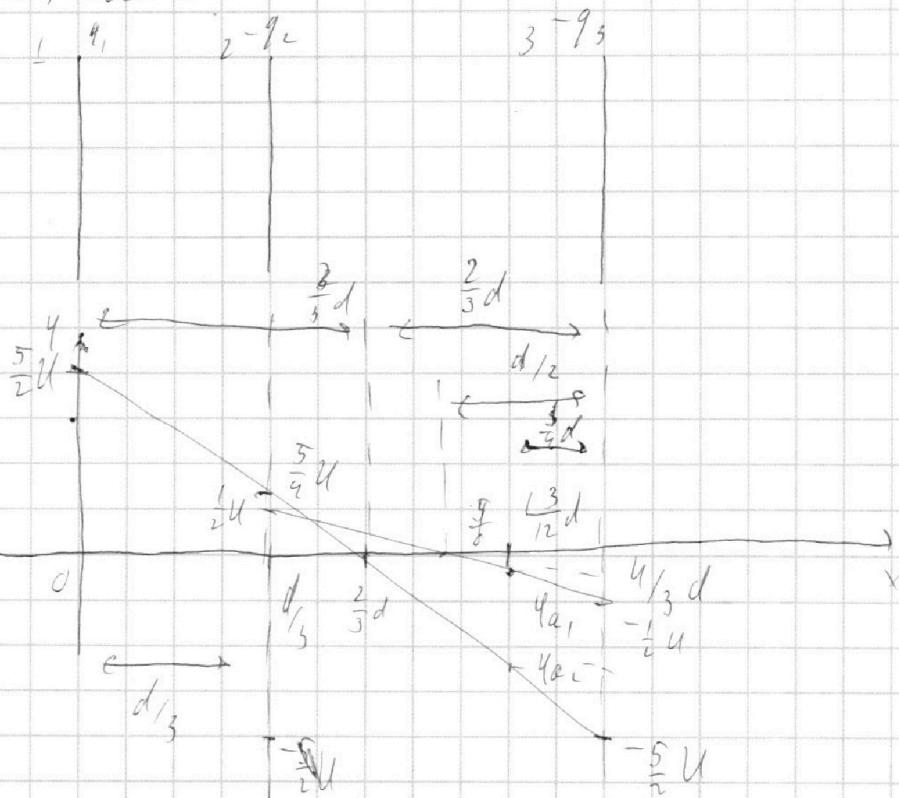
МФТИ

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

№ 3 (турбозар)

Рассмотрим движущийся источник, как суперпозицию конденсаторов (I - радиусы $1 \text{ и } 3$,
II - радиусы $2 \text{ и } 5$)

Найдем распределение потенциала на
изолирующих



Потенциалы определяются как "сумма трех "линейных членов": $U_2 = \frac{5}{9}U + \frac{1}{2}U = \frac{7}{4}U$

$$U_3 = -\frac{6}{2}U$$

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!

Задача 3С7: $V_o = V_{o2} \frac{mV_o}{2} = V_2 = U_2 \cdot d + K_2 =$
 $= V_3 = U_3 d + K_3 \Rightarrow K_3 - K_2 = 9(U_2 - U_3)$

$$K_3 - K_2 = \left(\frac{7}{4} + \frac{12}{4}\right) qU = \frac{19}{4} qU$$

Найдём напряжения в т. ф:

U_{a1} и U_{a2} - потенциалы в конденсаторах $|I|$ и $|I|$)

соответственно; U_2 подобна $\frac{2U_{a1}}{-U} = \frac{14d}{\frac{1}{2}d} \Rightarrow U_{a1} = -\frac{1}{4}bd$

$$\frac{U_{a2}}{-\frac{9}{2}U} = \frac{\frac{2}{3}d}{\frac{2}{3}d}$$

$$\frac{U_{a2}}{\frac{5}{2}U} = \frac{\frac{1}{4}d}{\frac{2}{3}d} \Rightarrow U_{a2} = -$$

$$U_{a2} = -\frac{5 \cdot 5 \cdot 3}{2 \cdot 12 \cdot 2} U = -\frac{25}{10} U$$

Тогда $U_a = U_{a1} + U_{a2} = -\frac{25+4}{16} U = -\frac{29}{16} U$, тогда из

$$3С7: \frac{mV_o^2}{2} = \frac{mV_o^2}{2} - \frac{25}{10} Uq \Rightarrow V_a = \sqrt{V_o^2 + \frac{29}{8} \frac{Uq}{m}}$$

Очевидно: 1) $\alpha_{2-3} = \frac{Uq}{md}$; 2) $K_3 - K_2 = \frac{19}{4} qU$

$$3) V_a = \sqrt{V_o^2 + \frac{29}{8} \frac{Uq}{m}}$$

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!

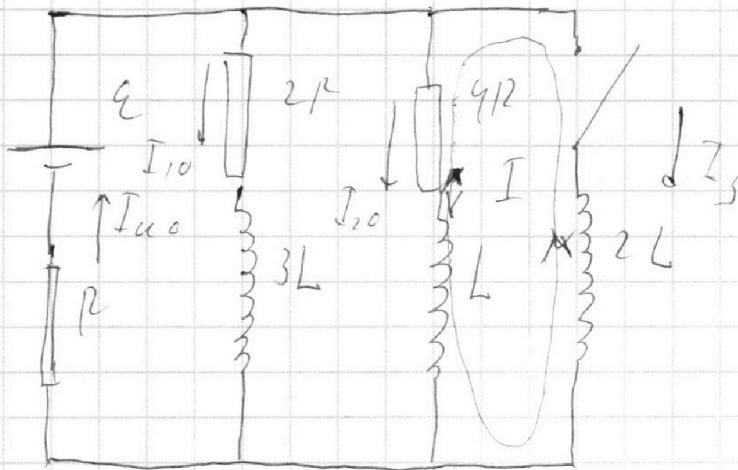
№ 4

Весно Р, Е, L

Найти: I_{10} ?

2) $\frac{E - I_{10}}{R} = ?$, сразу
после замыкн.

3) $q_{4R} = ?$



Решение: В установившемся режиме
ток через катушку постоянен, т.к. она
шунтирует, то ее сопротивление. Поэтому
все токи в цепи ~~равны~~ Закон сохранения тока

Кирхгоф: $I_{10} = I_{10} + I_{20}$

$$\left\{ \begin{array}{l} E = 2I_{10}R + q_{4R} \\ E = I_{10}R + 2I_{20}R \end{array} \right.$$

$$E = I_{10}R + 4I_{10}R, \text{ откуда } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{10} = \frac{E}{4R}$$

$$1) I_{20} = \frac{E}{2R}$$

$$I_{20} = \frac{E}{2R}$$

2) Контурные ул 2L:

$$I_{10} = \frac{3E}{4R}$$

$$U_L = 2L \frac{\Delta I_0}{\Delta t} = \Delta I_0 \cdot 2L$$

Контурная ул контура с 2L и R

$$E = I_{10}R + U_L \Rightarrow U_L = \frac{E}{4R} \Rightarrow \frac{\Delta I_0}{\Delta t} = \frac{2E}{4R}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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!

N⁴ (предел)

3) Закинув каретка удаётся конструир (7).

$$q_1 I_2 R + L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 2L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} \text{ (здесь производится} \\ \downarrow \text{, момент баланса)}$$

$$q_1 q_2 R + L \Delta I_1 = 2L \Delta I_3 \Rightarrow q_2 R + L(0 - \frac{\Delta q}{\Delta t}) =$$

3) получаем после : $= 2L I_3$

задача. условия: $I_2 = 0$ $I_3 = \frac{\epsilon}{R}$, т.к. катушки
исключены.

$$q_2 = \frac{1}{q_2 R} \left(\frac{2L \cdot \epsilon}{R} + \frac{2\epsilon}{\Delta t} L \right)$$

$$q_2 = \frac{4\epsilon L}{7R^2}$$

$$\text{Ответ: 1)} I_{20} = \frac{\epsilon}{7R}; 2) \frac{\Delta I_0}{\Delta t} = \frac{24\epsilon}{7R}; 3) q_2 = \frac{4\epsilon L}{7R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



Задача:

n_1, n_2

$n_3 = 1$

$h = 14 \text{ см}$

$a = 100 \text{ см}$

$\delta = 9,1 \text{ рад}$

1) $\delta = ?$, при $n_1 = n_2$

$n_1 = 1,7$

2) $\delta = ?$, при $n_1 = n_2$

$n_2 = 1,7$

3) $\delta = ?$, при $n_1 = 1,4$

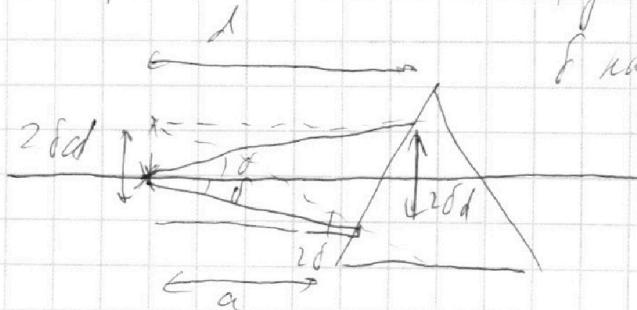
$n_2 = 1,7$

Углы в топке системы:

$\delta = f\left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)$, Тогда расстояние падение

источника и его изображения в топке

системы:



Рассмотрим приближение
в топке количества $d h_1 = \beta h_2$
 $\beta = \frac{h_2}{h_1}$
 $\beta = \frac{n_2}{n_1}$
 $\beta = \frac{1}{\sin \alpha}$
 $\beta = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \delta}$
 $\beta = \frac{1}{\sin \delta}$
 $\beta = \frac{1}{\sin \delta} = \frac{1}{\sin(9,1)}$
 $\beta = 10$

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!

Из геометрии ясно, что изображение
однородируется под (или под) источниками на
расстоянии d .

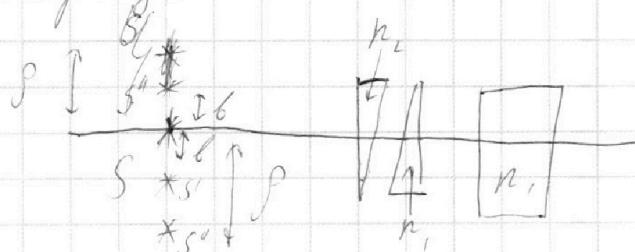
Вернемся к нашему зеркалу.

1) Из бесконечности задачи $\delta_1 = \left(\frac{n_2}{1} - 1\right) d = 0$
 $\Rightarrow \delta_1 = 0, 7d = 0,7 \text{ рад}$

2) Из бесконечности задачи: $\rho = \delta_1 \cdot a$

$$\rho = 0,7 \cdot 100 \text{ см} = 70 \text{ см}$$

3) Представим систему зеркал арифметически
алгоритмом:



Используя зеркала Бесселя
можно показать, что

работают следующим образом. То есть

$b = S - \alpha H$, здесь OK -движение ~~здесь~~ показывает
перемещения в стороны к зеркалам

$$OK = \delta' a, \text{ где } \delta' = \frac{\delta}{n_2} \text{ при } \delta' = (n_2 - 1)d = 480 \text{ см}$$

Тогда $b = 30 \text{ см}$. ~~Число 270~~ ~~б~~ т.к. краинки
верхней зеркальной раскраски разные стороны.



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!

Известно что, в симметрическом изображении
при проекции лежит в плоско-параллельной
плоскости: $x_{\text{из}} = h \left(L - \frac{1}{n_1} \right) = h \frac{n_1 - 1}{n_1}$, тогда

$$P' = \sqrt{f^2 + x_{\text{из}}^2} = \sqrt{30^2 + 114 \cdot \frac{9}{14}^2} = 916 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\delta_1 = 0,7 \text{ рад}$; 2) $f = 70 \text{ см}$; 3) $P' = 916 \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

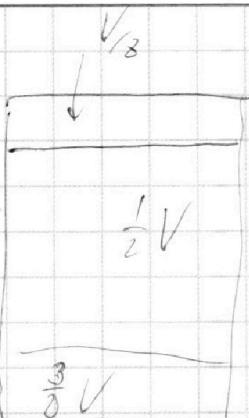
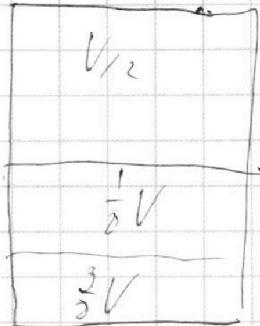
решение которой представлено на странице:



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



$$P_0 \frac{V}{8} = P_2 R T_0$$

~~$$P_0 \frac{V}{2} = \frac{P_2 \cdot 16}{8 \cdot 9 T_0}$$~~

~~$$P_2 = \frac{16}{3} P_0$$~~

~~$$\frac{P_0 V}{2 \cdot T_0} = \frac{P_2 V \cdot 3}{8 \cdot 9 T_0}$$~~

~~$$P_{12} = P - P_0 = \frac{13}{3} P_0$$~~

~~$$\frac{16}{3} \cdot \frac{1}{5} = \frac{16}{3} \cdot \frac{1}{4}$$~~

~~$$P = \frac{16}{3} P_0$$~~

~~$$\Delta P = k \cdot \frac{13}{3} P_0 \cdot \frac{3}{8} V$$~~

~~$$\frac{64}{3} \cdot \frac{1}{5} =$$~~

~~$$P_2 = \frac{P_0 V}{8 R T_0}$$~~

~~$$P_2 = P - \frac{16}{3} P_0 - P_{\text{at}} = \frac{459}{12} = 38.25$$~~

~~$$\Delta V = k \cdot \frac{16}{3} P_0 \cdot \frac{3}{8} V - k \cdot P_{\text{at}} \cdot \frac{3}{8} V$$~~

~~$$\Delta V = V_2' - V_2$$~~

~~$$k \cdot \frac{3}{8} V \left(\frac{16}{3} P_0 - P_{\text{at}} \right) = \frac{V}{2 R T_0} \left(\frac{P_0}{4} - \frac{16}{3} P_0 + P_{\text{at}} \right)$$~~

~~$$P_0 = \frac{P_{\text{at}}}{\frac{16}{3} + \frac{1}{3(1 - RT_0 k)}}$$~~

~~$$\frac{1}{8 R T_0} (3 P_{\text{at}} - P_0) = k \cdot P_{\text{at}} \cdot \frac{3}{2} \cancel{k}$$~~

~~$$\frac{3 P_{\text{at}}}{8 R T_0} - \frac{P_0}{8 R T_0} = \frac{3 k P_{\text{at}}}{8}$$~~

~~$$P_{\text{at}} = P_0 = \frac{P_{\text{at}}}{\frac{16}{3} + \frac{1}{3(1 - RT_0 k)}}$$~~

~~$$\frac{3 P_{\text{at}}}{8} \left(\frac{1}{RT_0} - k \right) = \frac{P_0}{8 R T_0}$$~~

~~$$P_{\text{at}} = \frac{P_0}{3(1 - RT_0 k)}$$~~

~~$$\frac{16}{3} P_0 + \frac{P_0}{3(1 - RT_0 k)} = P_{\text{at}}$$~~

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!

$$P_0 = 3 \left(\frac{16}{3} P_0 - P_{\text{at}} \right) (1 - kRT_0)$$

$$12T_0 = 12 - \frac{4}{3} T_0$$

$$P_{T_0} = \frac{3}{4} RT$$

$$3P_{\text{at}}(1 - kRT_0) = 16(1 - kRT_0)P_0 - P_0$$

$$P_0 = \frac{3P_{\text{at}}(1 - kRT_0)}{15 - 16kRT_0} = \frac{3P_{\text{at}}(1 - \frac{3}{4}kRT)}{15 - 12kRT}$$

$$\frac{3(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3)}{15 - 16 \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} = \frac{3(1 - \frac{27}{20})}{15 - \frac{144}{5}} = \frac{\frac{16}{5}}{\frac{144 - 27}{25}} = \frac{16}{144 - 27}$$

$$= \frac{3 \cdot \frac{7}{20}}{\frac{65}{5}} = \frac{3 \cdot 7 \cdot 5}{2365 \cdot 20} = \frac{35}{460}$$

$$108 \quad 33 \quad E_1 + E_2 + \frac{4}{d} \\ 108 - 75 = 33 \\ 108 - 75 = 33$$

$$\frac{3 \cdot \frac{7}{20}}{15 - \frac{12 \cdot 5}{5}} = \frac{3 \cdot \frac{7}{20}}{5 \cdot \frac{33}{5}} = \frac{3 \cdot 7 \cdot 5}{113 \cdot 20} = \frac{35}{220} \quad | 8E_1 + 6E_2 = 154 \\ 8E_1 + 8E_2 = 4 \frac{U}{d}$$

$$q_1 \quad q_2 \quad q_3 \quad q_4 \quad q_5 \quad q_6 \quad 2E_2 = -\frac{11U}{d}$$

$$E_1 d + E_2 d - E_3 d = 2U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$4E_1 + 4E_2 + 4E_3 = 0$$

$$4E_1 + 2E_2 - 4E_3 = \frac{15-U}{d}$$

$$4E_1 + 4E_2 - 4E_3 = \frac{4U}{d}$$

$$\frac{4}{3}d \cdot E_1 + \frac{2}{3}d E_2 - \frac{4}{3}d E_3 = 5U$$

$$E_{3x} = -E_1 - E_2 = -\frac{11}{2} + \frac{U}{2}$$

$$E_{3x} = -E_1 - E_2 = -\frac{11}{2} + \frac{U}{2}$$

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

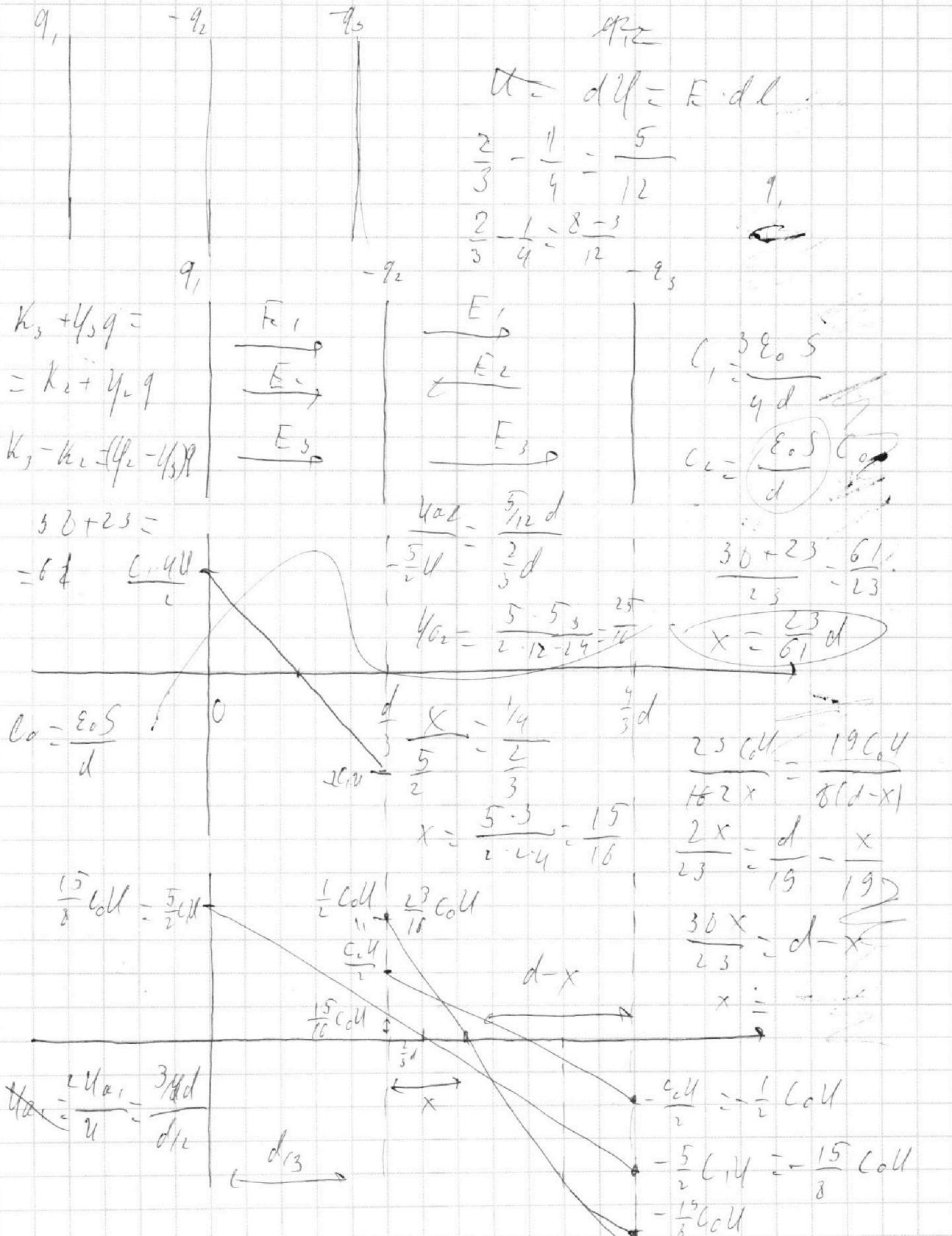
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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





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!

$$P_d = \frac{3(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3)}{15 - 12 \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} = \frac{3(1 - \frac{27}{20})}{15 - \frac{108}{5}} = \frac{3 \cdot \frac{7}{20}}{\frac{33}{5}} = \frac{3 \cdot 7 \cdot 5}{135 \cdot 20}$$

$$I_{uo} = I_{1o} + I_{2o}$$

$$\epsilon = I_{uo} R + 2 I_{1o} R \quad \epsilon = 3 I_{1o} R + I_{2o} R$$

$$\epsilon = I_u R + 4 I_2 R \quad 34 = 5 I_{1o} R + 2 I_{2o} R$$

$$2\epsilon = 14 I_{2o} R$$

$$I_{1o} = \frac{\epsilon}{3 R} - I_{2o} \Rightarrow$$

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!

$$\frac{15 \text{ PaV}}{8RT_0} = k V \cdot \frac{3}{8} \cdot P_n$$

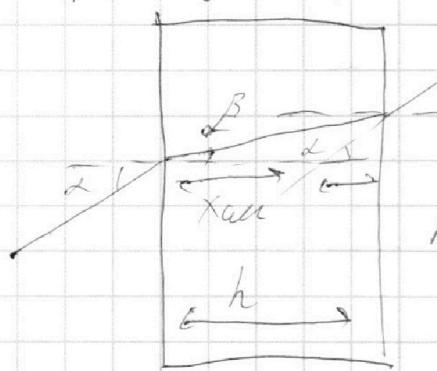
$$P_h = P_0 + \frac{32}{5} P_0 - P_c$$

$$\Delta V = V_i - V_e$$

$$\Delta V = \frac{3P_i V}{8RT_0} - \frac{P_e V}{8RT_0} =$$

$$\Delta V = \beta = \beta R, = \frac{16 \text{ PaV} \cdot P_0 V}{8RT_0}$$

$$1 + \beta = \frac{R}{h}$$



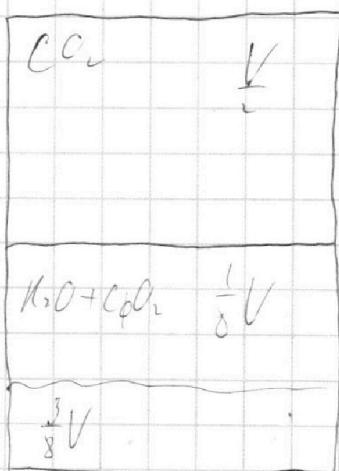
$$h \beta = \beta h / (h - x_{air}) \quad \beta = \frac{h - x_{air}}{h - x_{air}}$$

$$h = n_1 h_1 - x_{air} n_1, \quad \Delta V = \frac{V}{8RT_0} (3P_0)$$

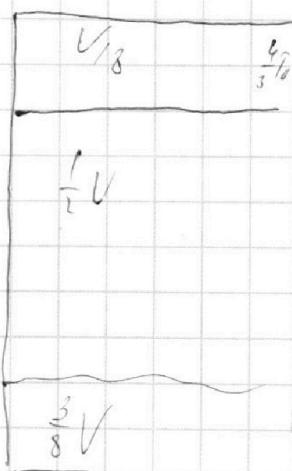
$$x_{air} = h \cdot \frac{0.9}{1.4} = \frac{2}{7} h = 4 \text{ cm} \quad n_1' = \frac{3P_0 V}{8RT_0} \quad P_1 = \frac{P_0 V}{8RT_0}$$

$$\sqrt{30+16} = \sqrt{46}$$

$$\Delta V = k P \frac{\beta}{\delta} V$$



$$P = 4P_0 \quad \frac{P}{P_0} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \quad P = \frac{1}{4} P_0$$



$$\frac{P_0 V}{8} = \gamma_1 RT_0$$

$$P_0 \frac{V}{8} = \gamma_2 RT_0$$

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = 4 \quad \frac{V}{8} = 4$$

$$\frac{P_0 V}{8} = \gamma_1 RT_0 \cdot \frac{4}{3}$$

$$P \frac{V}{8} = \gamma_2 RT_0 \cdot \frac{4}{3}$$

$$P \frac{V}{2} = \gamma_2 RT_0 \cdot \frac{4}{3}$$



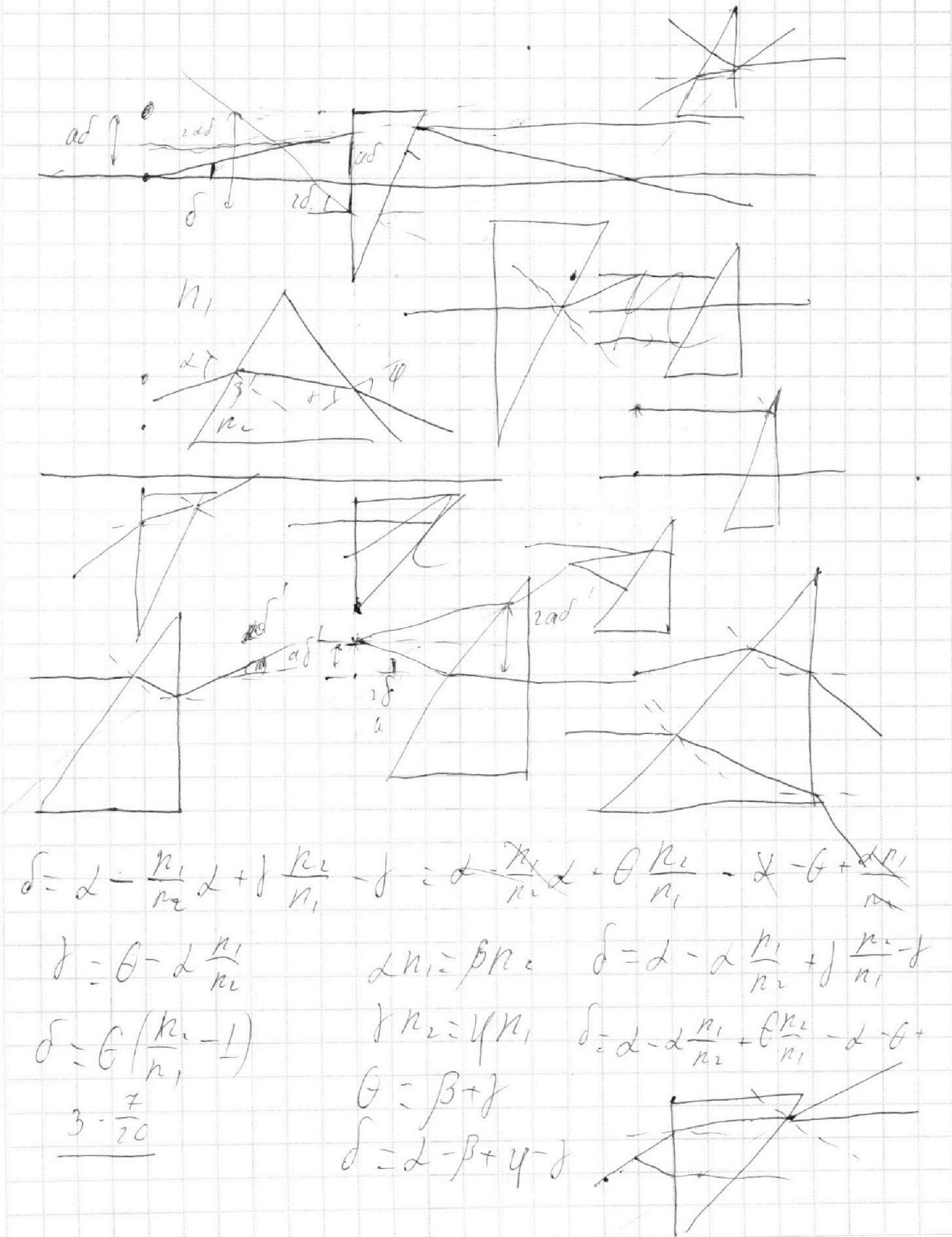
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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!



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

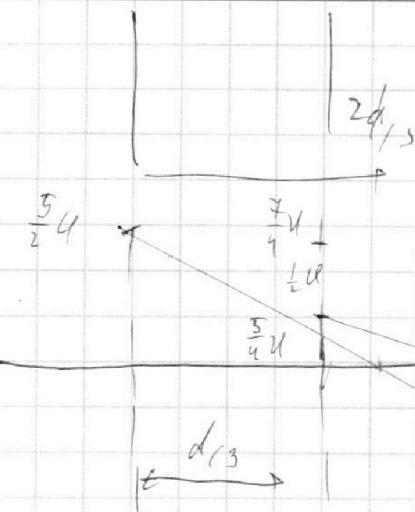
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$V_a = V_0 + \frac{29}{8} \frac{U}{m}$$

$$\frac{P \cdot 8}{P_0 \cdot 8/4} = \frac{9}{5}$$

$$\Delta V = \frac{V}{RT_0} (3P_{co2} - P_0)$$

$$\frac{3P_{co2}}{RT_0} - \frac{P_0}{RT_0}$$

$$P_0 = 3P_{co2} \frac{1 - \frac{RT_0}{k}}{RT_0} = 3\left(\frac{16}{5}P_0 - P_{atm}\right) \frac{1 - \frac{RT_0}{k}}{RT_0}$$

$$P_{atm} = 16P_0 - P_0 \frac{RT_0}{k}$$

$$\frac{P_0 RT_0}{1 - RT_0 k} = 16P_0 - 3P_{atm}$$

$$\frac{2U_0}{4} = \frac{\frac{8}{5} \frac{3}{4} k RT_0 - \frac{9}{5} P_0}{k RT_0} = \frac{3}{4} k RT$$

$$U_0 = \frac{3}{4} U$$

$$P_0 = 3\left(\frac{16}{3}P_0 - P_{atm}\right)(1 - kRT)$$

$$+ \frac{5}{2} \frac{3}{4} k P_{atm} (1 - kRT) = 4kP_0 - P_0$$

$$- 3U = 16P_0(1 - kRT) - P_0$$

$$V_1' = \frac{3P_{co2} V}{8 k RT_0}$$

$$P_1' = \frac{P_0 V}{3P_{co2} - P_0} = 3kRT/P_{co2}$$

$$P_0 = 3P_{co2}(1 - kRT)$$

$$P_0 = 3\frac{1 - \frac{3}{4}kRT_0}{15 - 12kRT_0} P_{atm}$$

$$P_0 = 3\frac{1 - \frac{3}{4}kRT_0}{15 - 12kRT_0} P_{atm}$$

$$3P_{atm} = 16P_0 - \frac{RT_0}{1 - RT_0 k} P_0$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

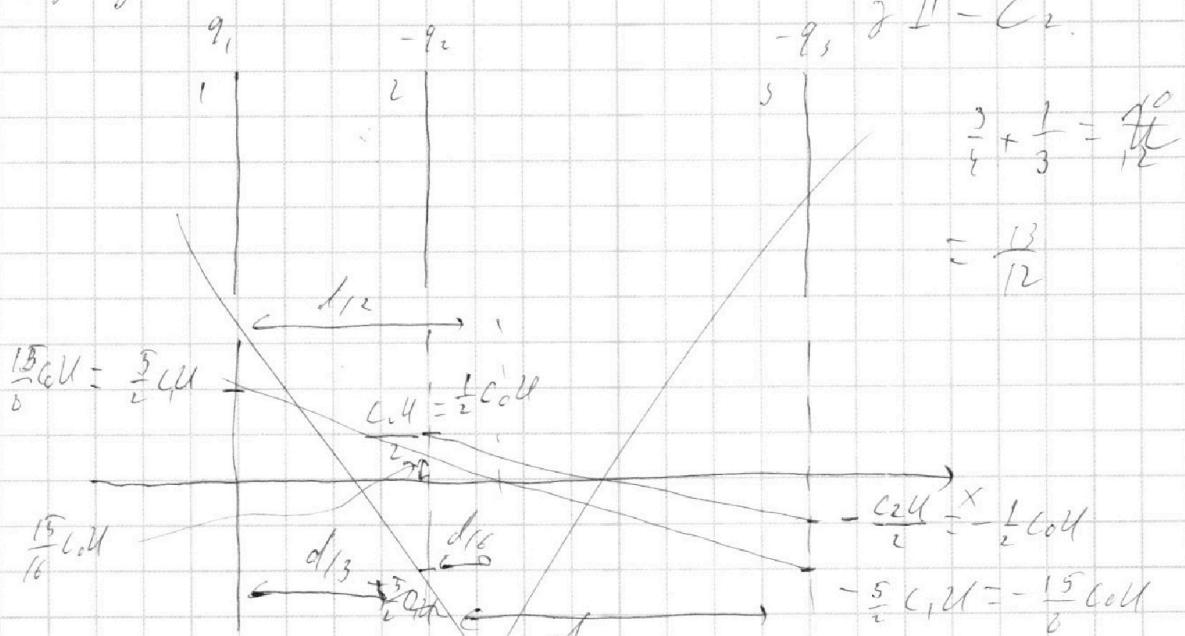
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" 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!

№3 (продолж.)

Рассмотрим систему из четырех, как
упомянутого выше (I-подсистема с
зарядами $q_1 + q_2$, II - с подсистемой с
зарядами $q_3 + q_4$) и I-подсистемы с
зарядом $-q_3$ и II-подсистемы с
 $-q_4$.



Найдите распределение потенциала.

$C_1 = \frac{3 \epsilon_0 S}{4d} = \frac{3}{4} C_0$; $C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d} = C_0$. Найдем потенциалы

на областях 2 и 3, $U_2 = \frac{15}{16} Cu + \frac{1}{2} Cu = \frac{23}{16} Cu$

$$U_3 = -\frac{1}{2} Cu - \frac{15}{8} Cu = -\frac{19}{8} Cu$$

Задача 3: $W_{00} = W_0 = \frac{m V_0}{2} = W_2 = U_2 \cdot q + K_2 =$

$$= W_3 = U_3 \cdot q + K_3 \Rightarrow K_3 - K_2 = q(U_2 - U_3) = q \left(\frac{23}{16} + \frac{19}{8} \right) Cu$$

$$K_3 - K_2 = \frac{61}{16} q Cu = \frac{61}{16} \frac{\epsilon_0 S}{d} q U$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

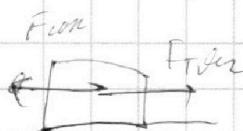
МФТИ

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

$$v = \text{const} t \quad F_k = 200 \text{ N}$$

$$a_0 = v_0 = \frac{dv}{dt} = \frac{F_{\text{тре}}}{10} = 0,7 \text{ м/с}^2$$

$\frac{x^{24}-7}{188}$



$$P F_{\text{тре}} = N \cdot V$$

$$N = F_{\text{тре}} \cdot v_0 \quad \cancel{N = F_k \cdot v_0}$$

$$F_{\text{кон}} = \frac{N}{V_0} - \text{мас}$$

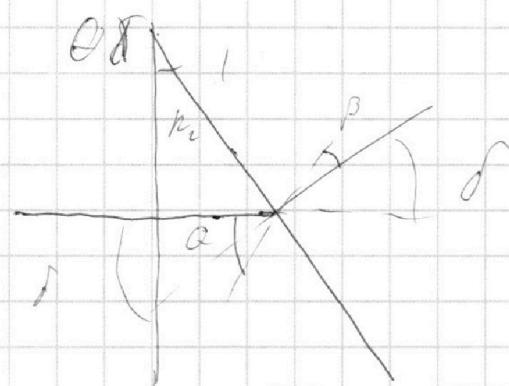
$$F_{\text{тре}} - F_{\text{кон}} = m a_0$$

$$F_{\text{кон}} = F_k \cdot \frac{V_0 t}{V_0} - \text{мас} = 200 \text{ N} \cdot \frac{30}{20} - 240 = 9,7 \text{ N}$$

$$= 500 \text{ N} - 160 \text{ N} = 150 - 18 = 132 \text{ N}$$

$\frac{132}{13}$

$$\frac{N_1}{m a_0} = \frac{F_{\text{кон}} \cdot V_0}{F_k \cdot V_{0,t}} = \frac{132 \text{ N} \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{44}{100} = 0,44 \quad \delta = \alpha \cdot \frac{0,7}{1,7}$$



$$\begin{aligned} \theta \cdot n_2 &= \beta \cdot 1 / n_2 - 1 \\ \delta &= \theta - \beta \\ \delta &= \theta(1 - \frac{1}{n_2}) \end{aligned}$$

$$\delta = \alpha(1 - \frac{1}{n_2})$$

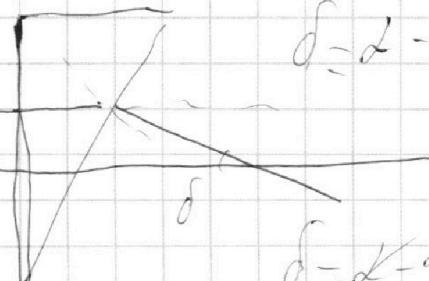
$$\delta = \alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2} + \theta \frac{n_2}{n_1} - \delta_R$$

$$\theta = \alpha \frac{n_1}{n_2} + \delta$$

$$\delta = \alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2} + \theta \frac{n_2}{n_1} - \delta_R + \delta \frac{n_1 - 1}{n_2}$$

$$\delta = \theta(\frac{n_2}{n_1} - 1)$$

$$\frac{P - 2 \cdot \frac{9}{3}}{P_0 \cdot 8} = \frac{9}{3} \quad P =$$



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

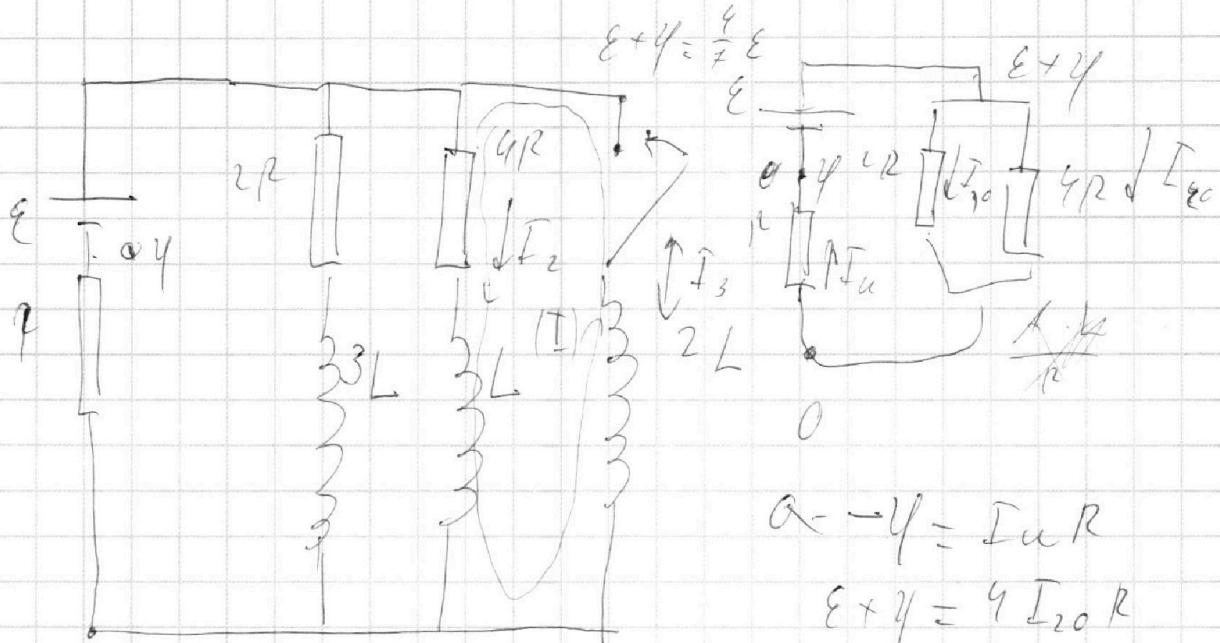
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$I_{1,0} = \frac{E}{FR} \quad I_0 = \frac{4E}{FL}$$

$$4E + 4I_u = 2I_{1,0}R$$

$$I_u = I_{1,0} + I_0$$

~~$$I_{1,0} = \frac{E}{FR}$$~~

$$E = 5I_{1,0}R + I_{1,0}R$$

$$E = 4I_{1,0}R + I_{1,0}R$$

$$I_{1,0} = \frac{E}{3R} - \frac{E}{FR} = \frac{2E}{FR} \quad I_u = 5I_{1,0}R + 3I_{1,0}R \quad E = 2I_{1,0}R + I_{1,0}R$$

$$2E = 14I_{1,0}R \quad E = 5I_{1,0}R + 3I_{1,0}R$$

$$I_{1,0} = \frac{3E}{FR} \quad I_{1,0} = \frac{E}{R}$$

$$E = 3I_{1,0}R + I_{1,0}R$$

$$4I_u = -\frac{3}{7}E \quad I_{1,0} = 0$$

$$2E = 14I_{1,0}R$$

$$I_u =$$

$$I_2 \cdot 4R + L \cdot \dot{I}_2 = 2L \cdot \dot{I}_3$$

$$q_2 = \frac{2E}{FR}L + \frac{2E}{F}L \mid \frac{1}{4R}$$

$$(dq_2/R + LdI_2) = 2L \cdot dI_3$$

$$q_2 = \frac{4EL}{F R^2}$$

$$4q_2/R + L(0 - \frac{2E}{FR}) = 2L \cdot \frac{E}{R}$$