

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

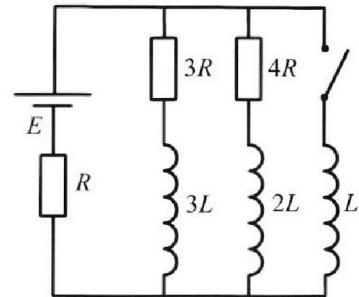


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

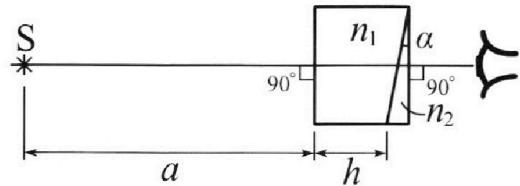
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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 $a = 90$ 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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

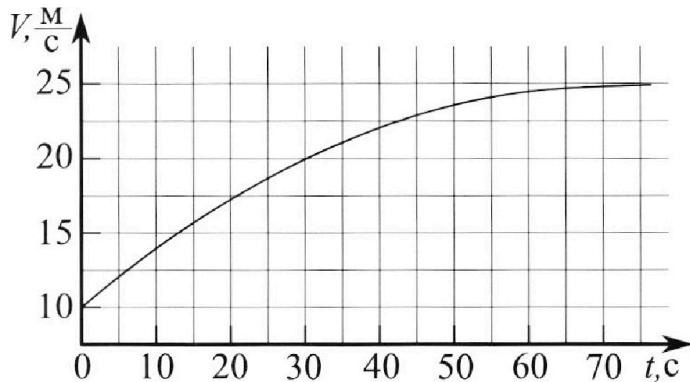
Вариант 11-03

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

1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



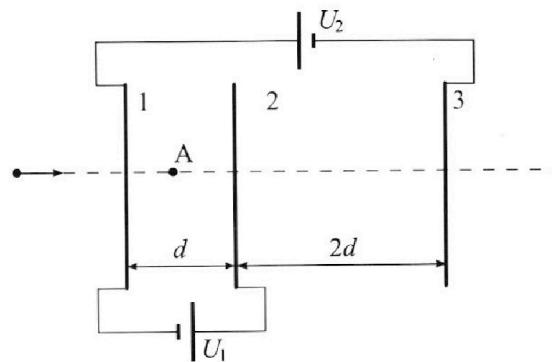
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ – нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.

- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 – кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.



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

Отметьте крестиком номер задачи,

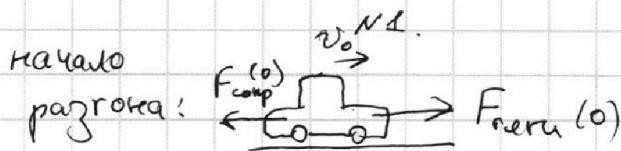
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



$$F_{comp}^{(0)} = \lambda U_o$$

У U_o графика видно, что в первые 5 секунд
 $U(t)$ зависит практически линейно, т.е.

ускорение с некоторой погрешностью
можно считать на этом участке постоянным.

В момент времени $t = 5\text{с}$ скорость ма-
шины примерно 12 м/с , имеем:

$$a_0 = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{12\text{ м/с} - 10\text{ м/с}}{5\text{с}} \approx \frac{2}{5}\text{ м/с}^2 \approx 0,4\text{ м/с}^2$$

$$F_{resul}^{(0)} - F_{comp}^{(0)} = ma_0$$

$$\Rightarrow F_{comp} = \lambda U. Находим \lambda:$$

Скорость постоянна. следовательно $U_{y_{cr}} = 25\text{ м/с}$,
т.е.: $F_k = \lambda U_{y_{cr}} \Rightarrow \lambda = \frac{F_k}{U_{y_{cr}}} = \frac{\frac{120,24}{8}}{25\text{ м/с}} = \frac{24\text{ Н·с}}{5\text{ м}}$

$$F_{resul}^{(0)} = F_0 = ma_0 + F_{comp}^{(0)}$$

$$F_0 = ma_0 + \lambda U_o = 1500\text{ кг} \cdot \frac{2}{5}\text{ м/с}^2 + 24 \frac{\text{Н·с}}{\text{м}} \cdot 10\text{ м/с}$$

$$F_0 = (600 + 240)\text{ Н} = 840\text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 \cdot U_o = 840\text{ Н} \cdot 10\text{ м/с} = 8400\text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a_0 = 0,4\text{ м/с}^2$ 2) $F_0 = 840\text{ Н}$ 3) $P_0 = 8400\text{ Вт}$

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!

Решим получившееся уравнение:

$$U_{\text{гра}}^+ = \frac{U_r}{2} + \frac{1}{4} p_0 V \cdot k$$

$$\left(U_{\text{гра}}^- = \frac{p_0 V}{4 R T_0} + \frac{1}{4} p_0 V \cdot k \right)$$

$$U_r = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$$

$$U_r R = \frac{p_0 V}{2 T_0}$$

$$p_{\text{гра}} = p^* - 2p_0$$

$$p^* = \frac{5 U_r R T_0}{V} = \frac{5 p_0 T}{2 T_0}$$

$$p_{\text{гра}} = \frac{5 p_0 T}{2 T_0} - 2p_0$$

$$\frac{11}{20} V \left(\frac{5 p_0 T}{2 T_0} - 2p_0 \right) = R T^* \left(\frac{p_0 V}{4 R T_0} + \frac{1}{4} p_0 V \cdot k \right) / : p_0 V$$

$$\frac{11}{20} \left(\frac{5 T}{2 T_0} - 2 \right) = \frac{1}{4} R T^* \left(\frac{1}{R T_0} + k \right) / . 4$$

~~$\frac{11 T}{8 T_0} - \frac{4}{10}$~~

$$\frac{11}{5} \left(\frac{5 T}{2 T_0} - 2 \right) = R T^* \left(\frac{1}{R T_0} + k \right)$$

$$\frac{11}{2} \frac{T}{T_0} - \frac{22}{5} = \frac{T}{T_0} + R T^* \cdot k$$

$$\frac{9}{2} \frac{T}{T_0} = \frac{22}{5} + R T^* \cdot k = \frac{22}{5} + 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{22}{5} + \frac{3}{2} = \frac{44}{10} + \frac{15}{10} = \frac{59}{10}$$

$$\frac{9}{2} \frac{T}{T_0} = \frac{59}{10}$$

$$\boxed{\frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}}$$

$$\text{Orber: 1)} \frac{U_r}{U_{\text{гра}}} = 2$$

$$2) \frac{T}{T_0} = \frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$$

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

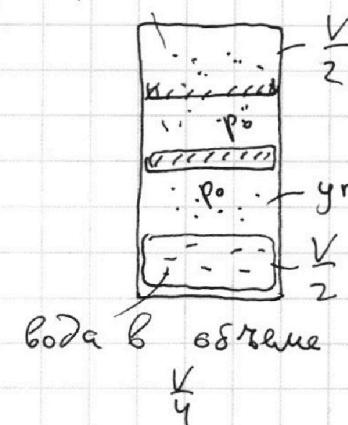


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N 2.

Расч. ситуация до нагревания:

вода в системе



урн. газ в газ.
сост.

воздух

$$\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = V_r R T_0$$

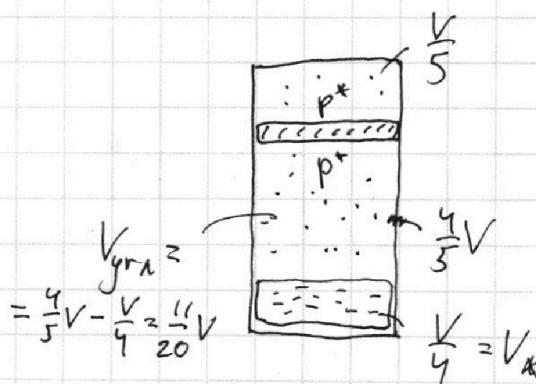
$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = V_{\text{газ}} R T_0$$

$$\frac{V_{\text{газ}}}{V_r} = 2$$

Угно

$$V_{\text{расх}} = k_p w = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{1}{4} p_0 \cdot V \cdot k$$

После нагревания:



Поскольку при $T^* = 373K$

урн. газ не расх. в
воде, верно, что:

$$V_{\text{газ}}^* = V_{\text{газ}} + V_{\text{расх}}$$

$$(p^* \cdot \frac{V}{5} = V_r R T^*)$$

$$(p^* \cdot \frac{11}{20} V = V_{\text{газ}}^* \cdot R T^*)$$

Из условия энт. равновесия:

$$(2p_0 \cdot p_{\text{газ}} = p^*)$$

тогда при $T = 373K$ равно $p_A = 2p_0$

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

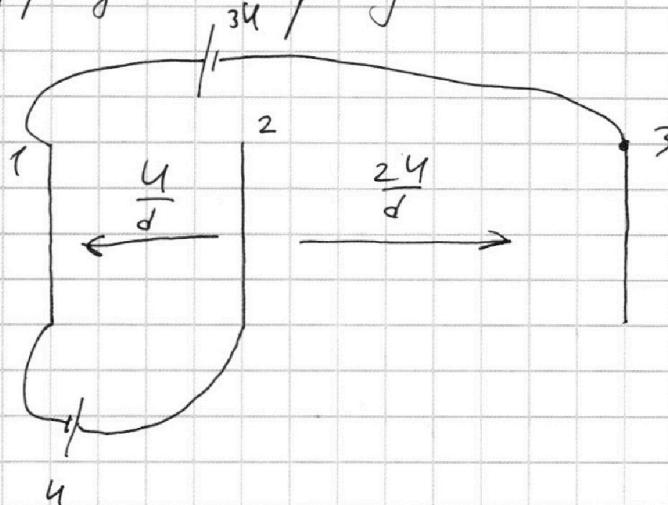
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Переписуем рисунок:



Все ~~и~~ пластин (старчески ~~и~~)none не,
т.к. суммарный зоряд всех пластин равен
нулю.

На участке 1-2:

$$m\alpha_{12} = \frac{F}{d}q \Rightarrow \alpha_{12} = \frac{F_{12}q}{m} = \frac{Uq}{md}$$

$$\left(K_1 = \frac{1}{2} m \alpha_{12}^2 \right) \text{ (т.к. none все нер)}$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m \alpha_{12}^2$$

На гр. 1-2 $\alpha_{12} = \text{const}$,
но зоряду:

$$\cancel{U_2^2} + \frac{U_0^2 - U_2^2}{2\alpha_{12}} = d$$

бьчаем U_2^2 , а не $U_{\text{нек}}^2$,

т.к. частинъ

горючаг.

$$\left(K_2 = \frac{1}{2} m \left(U_0^2 - \frac{2Uq}{m} \right) \right)$$

$$\left(K_1 - K_2 = Uq \right) = A_{F_{21}}$$

$$U_2^2 = U_0^2 - 2 \frac{Uq}{m} \cdot d$$

$$U_2 = \sqrt{U_0^2 - 2 \frac{Uq}{m} \cdot d}$$

~~Задача~~

На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** 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!

В области xy сечения 243:

$$U - (-3U) = \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot 2d$$

$$4U = \left(\frac{q_1}{\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{\epsilon_0 S} \right) \cdot d$$

$$(****) 4UE_0S = (q_1 + q_2 - q_3) \cdot d$$

Получим 3 ур-ия. Решая их, находим q_1, q_2, q_3

$$q_1 + q_2 = -q_3$$

$$4UE_0S = -2q_3 \cdot d \Rightarrow \left[q_3 = -\frac{2UE_0S}{d} \right]$$

$$q_2 + q_3 = -q_1$$

$$2\epsilon_0 S U = -2q_1 \cdot d \Rightarrow \left[q_1 = -\frac{\epsilon_0 SU}{d} \right]$$

$$\left[q_2 = -q_1 - q_3 = \frac{3\epsilon_0 SU}{d} \right]$$

. Всё зависит от предположения, что $q_1 > 0$, результат верный.

$$E_{12} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} = -\frac{U}{2d} + \frac{U}{d} - \frac{3U}{2d} = -\frac{U}{d}$$

$$E_{23} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = -\frac{U}{2d} + \frac{3U}{2d} + \frac{U}{d} = \frac{2U}{d}$$

Мы нашли результат напряженности U/y

сечений 142 (E_{12}) и 243 (E_{23}).

Знак "-" указывает на другое направление.

2 спр.

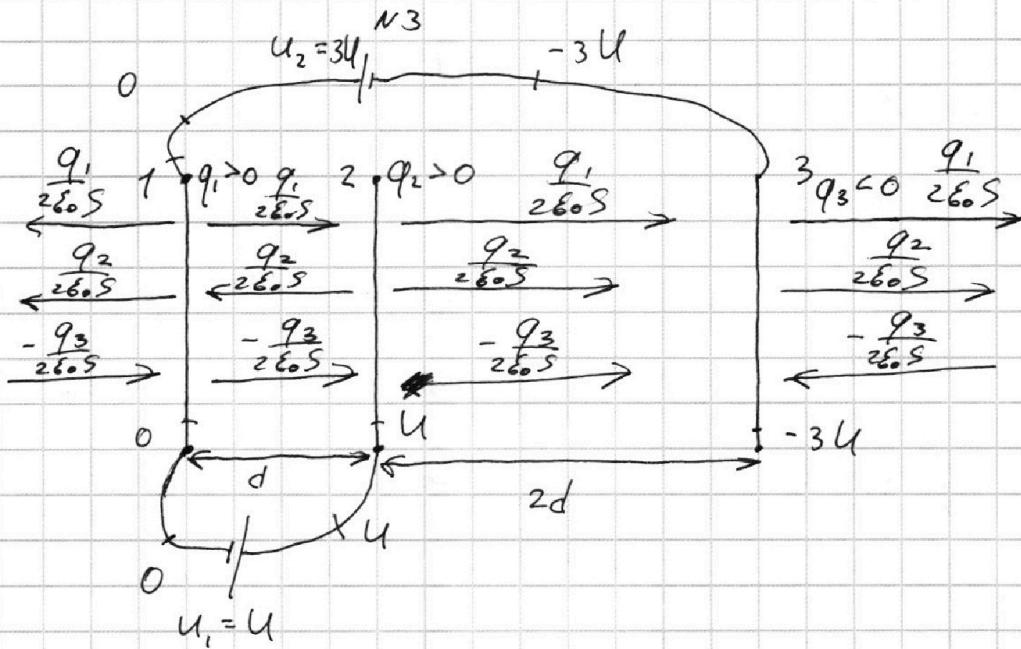
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



В решении используется метод пограничных
условий.

Допускаем схему 1 и 2 зарядов
положительно, а схема 3 ограниченно. Пред.
показывает что ошибка не побольше. Рассматриваем
коэффициенты: $E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$ $E_3 = -\frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$ (модуль)

$$E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}$$

$$\text{З.С.З: } q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad (*)$$

На В обласи між схемами 1 и 2:

$$U = \left(\frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot d$$

$$(*) 2\epsilon_0 S U = (q_2 - q_1 + q_3) \cdot d \quad \text{ст. 1.}$$



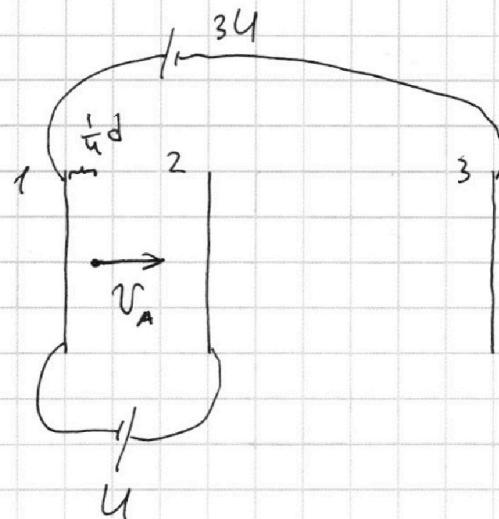
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Уз 3 начертанім РГД:

$$\frac{V_0^2 - V_A^2}{2a_{12}} = \frac{d}{4} \Rightarrow \frac{d}{2} \cdot a_{12} = V_0^2 - V_A^2$$

$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{1}{2} a_{12} d$$

$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{1}{2} \frac{Uq}{m}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{1}{2} \frac{Uq}{m}}$$

Ober: 1) $a_{12} = \frac{Uq}{md}$ 2) $K_1 - K_2 = Uq$

$$3) V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{1}{2} \frac{Uq}{m}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

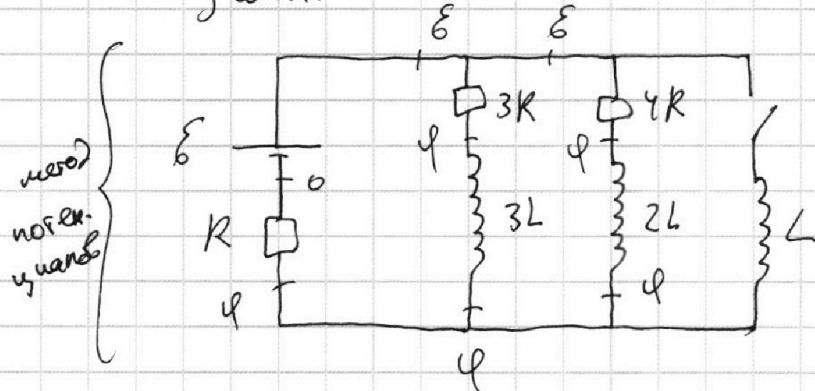
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

№4

Do замык:



Решим ус.

$$U_{2L} = 0 \text{ и } U_{3L} = 0$$

$$\frac{E - \varphi}{3R} + \frac{E - \varphi}{4R} = \frac{\varphi}{R} / .12$$

$$4E - 4\varphi + 3E - 3\varphi = 12\varphi$$

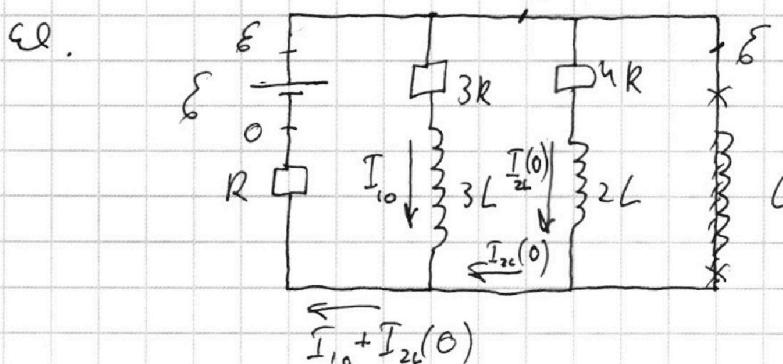
$$19\varphi = 7E$$

$$\varphi = \frac{7}{19}E$$

$$\left(I_{2L}(0) = \frac{3E}{19R} \right) \quad \left(I_{10} = \frac{E - \varphi}{3R} = \frac{12E}{19 \cdot 3R} = \frac{4E}{19R} \right)$$

Будет
наше
замык. Ключ:

Ток
через
катушки
станчом
не изменя-



т.к. ток
через
катушки
станчом
не изменяется
ее
поменяется
и
напряжение



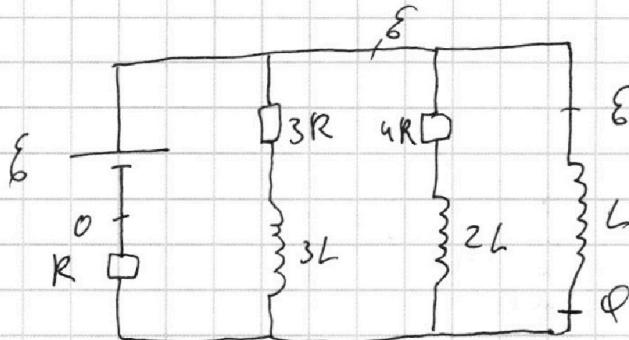
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Напряжение на резисторе R после замыкания
составит \checkmark не изменится, т.к. на катушках
струнном не изменятся токи, а их сумма
равна току через резистор R .

$$\text{Поэтому } U_L = E - \varphi = L I_L' \Rightarrow \boxed{I_L' = \frac{E - \varphi}{L} = \frac{126}{19L}}$$

После замыкания. токи токи через L
будут равны до стабилизации потенци-
алов на ее концах, то когда когда
 $U_L = 0$, она станет из. проводником и \checkmark ток
пройдет через нее.

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

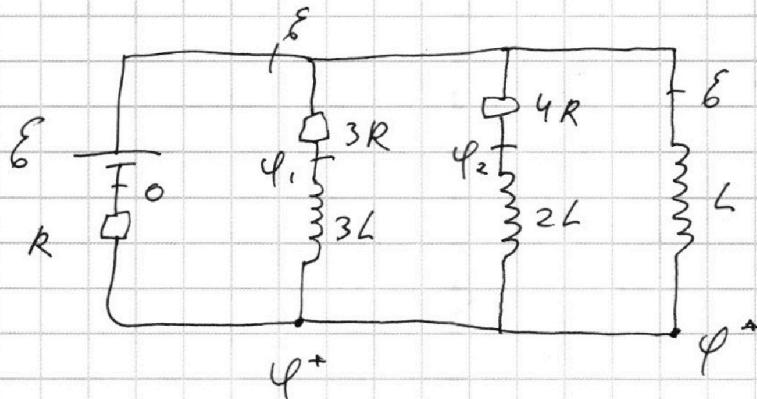
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Рассч. процес. магнитов поэд \rightarrow :



$$E - \varphi_1 = 3 I_{3R} \cdot R$$

$$\varphi_1 - \varphi^* = 3L I_{3R}' < 0 \text{ (так как } \downarrow)$$

$$E - \varphi^* = L I_L' > 0$$

$$E - \varphi^* - 3L I_{3R}' = 3 I_{3R} \cdot R$$

$$L \frac{dI_L}{dt} - 3L \frac{dI_{3R}}{dt} = 3 I_{3R} \cdot R / . \int dt$$

$$L dI_L - 3L dI_{3R} = 3 \underbrace{I_{3R} \cdot dt \cdot R}_{d\varphi_{3R}}$$

Продифференцируем от замкн. конт. до упр. состояния:

$$L \cdot I_L(t_{\text{нач}}) - 3L(0 - I_{3R}(0)) = 3 \varphi_{3R} \cdot R (*)$$



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

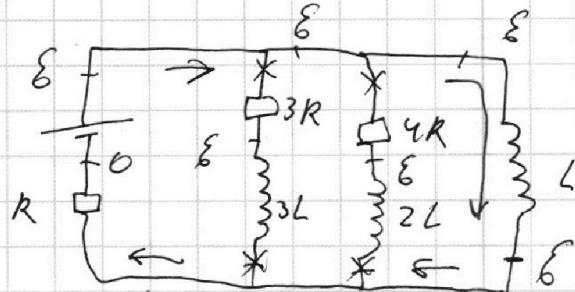
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Рассчит. $I = I_{3R}$:



$$I_L (I_{3R}) = \frac{E}{R}$$

Подсчитаем I (*):

$$\frac{EL}{R} + 3L \cdot \frac{4E}{18R} = 3I_{3R} \cdot R$$

$$3I_{3R}R = \frac{31EL}{18R}$$

$$I_{3R} = \frac{31EL}{57R^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{10} = \frac{4E}{18R}$$

$$2) I_L = \frac{12E}{18L}$$

$$3) I_{3R} = \frac{31EL}{57R^2}$$



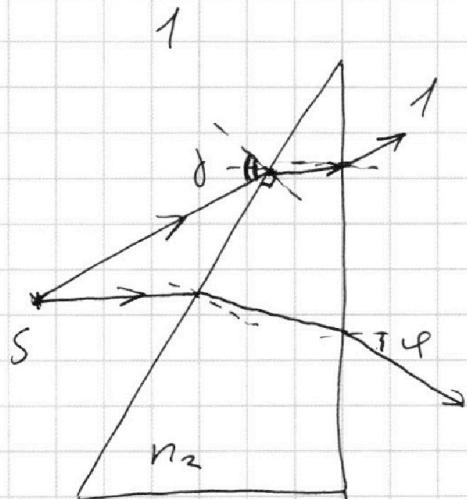
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Ответ: 1) $\delta = 0$, оправд.
2) d на ср



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

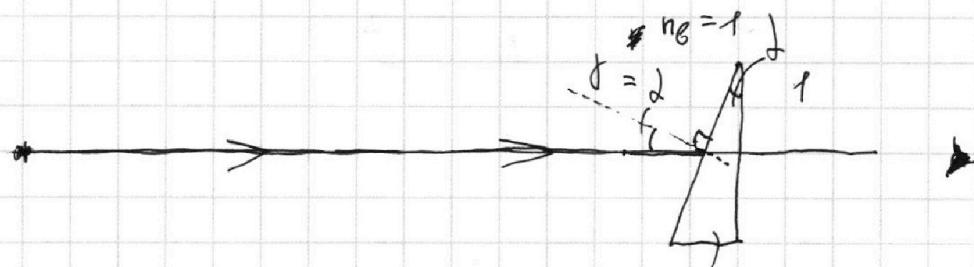
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

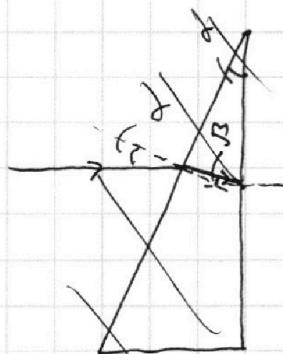
№5.

Если $n_1 = n_2$, то лучи, проходя через границу
 n_1 и n_2 не преломляются; можно убрать:



из геометрии $d = \alpha$.

Рассл. ход света в призме:



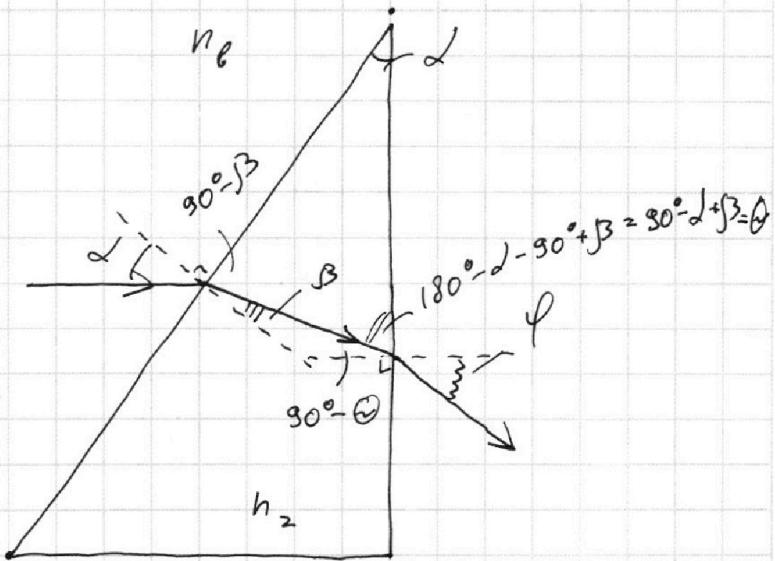
по 3-му закону синусов:

$$\sin d \cdot n_2 = \sin \beta \cdot n_1$$

Г.к. углы между:

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

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



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

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

$$\varphi = \frac{\alpha(n_2 - n_1)}{n_2} = \alpha(n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

$$\frac{7}{20} = 0,4$$

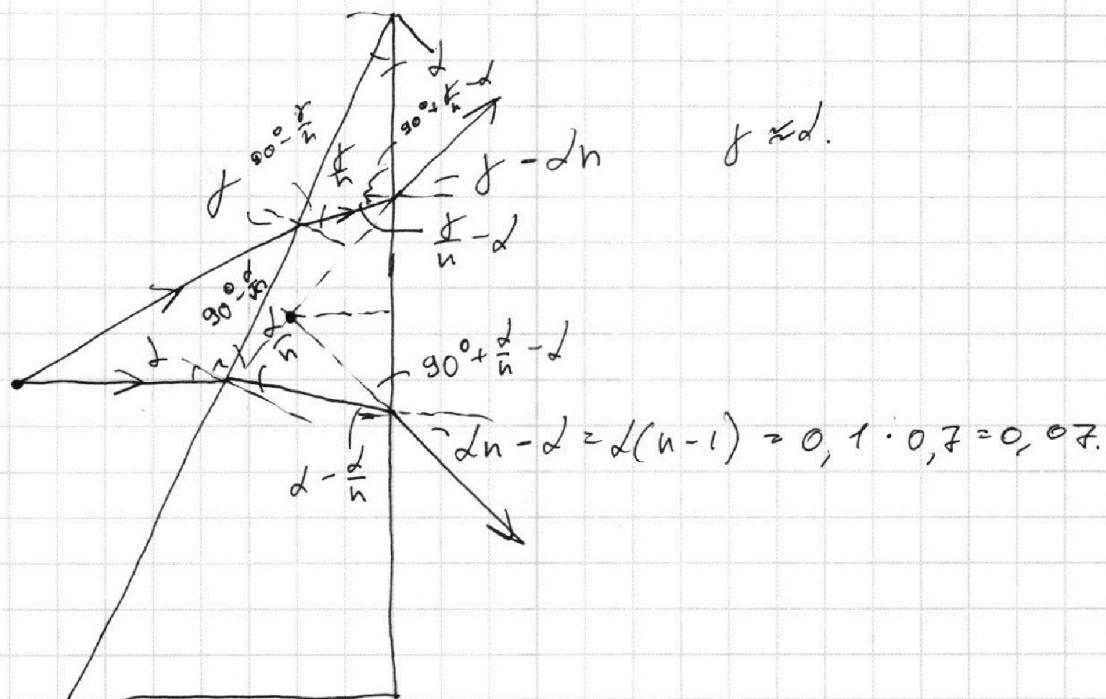
$$0,35 \cdot \frac{2}{5} = 0,4$$

$$600 = 25 \cdot d \quad d = 24$$

$$24 \cdot \frac{3}{5} \cdot \overset{300}{1500} = F_r - 24 \cdot 10$$

$$F_g = 600 + 240 = 840$$

$$P_e = 8400 B_r$$



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!

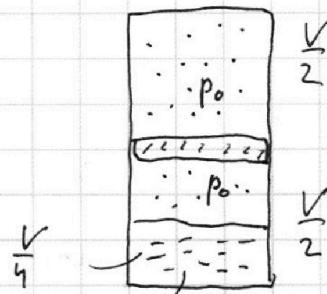
$$\frac{11}{5} p_{\text{yra}} V = U_{\text{yra}_0} R T^* + \frac{V}{2} k R T^* (p_{\text{yra}} - p_0)$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = U_{\text{yra}_0} R T_0$$

$$U_{\text{ra}_0} R = \frac{p_0 V}{4 T_0}$$

$$\frac{11}{5} p_{\text{yra}} V = \frac{p_0 V_0}{4 T_0} \cdot 1 + \frac{\frac{V}{2} + R k T^*}{T_0} = \frac{11}{5} \left(5 T^* \cdot \frac{1}{2} - 2 \right)$$

Do нагревания:



$$U_{\text{yra}} = p_0 \cdot \frac{V}{4} \cdot k$$

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

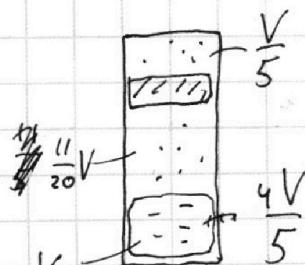
$$\frac{1}{4} p_0 \cdot V = U_{\text{yra}_0} R \cdot T_0 \Rightarrow U_{\text{yra}_0} = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{U_r}{U_{\text{yra}_0}} = 2$$

$$2 p_0 + p_{\text{yra}}^* = \frac{5 U_r R T^*}{V}$$

$$p_{\text{yra}}^* = \left(\frac{5 U_r R T^*}{V} - 2 p_0 \right)$$

Now:



$$p_r^* \cdot \frac{V}{5} = U_r R T^*$$

$$(2 p_0 + p_{\text{yra}}^*) = p_r^*$$

$$p_{\text{yra}}^* \cdot \frac{11}{20} V = (U_{\text{yra}_0} + \frac{1}{4} p_0 V k) \cdot R \cdot T^*$$

$$\left(\frac{5 U_r R T^*}{V} - 2 p_0 \right) \cdot \frac{11}{20} V = \frac{1}{4} p_0 V \left(\frac{1}{R T} + k \right) R T^*$$

$$\left(\frac{5}{2} \frac{T^*}{T_0} - 2 \right) \cdot \frac{11}{5} = \frac{T^*}{T} + R k T^*$$

$$\left(\frac{5}{2} \frac{T^*}{T_0} - 2 \right) \cdot \frac{11}{5} = \frac{T^*}{T} + R k T^* \dots \dots \dots$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 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
<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:

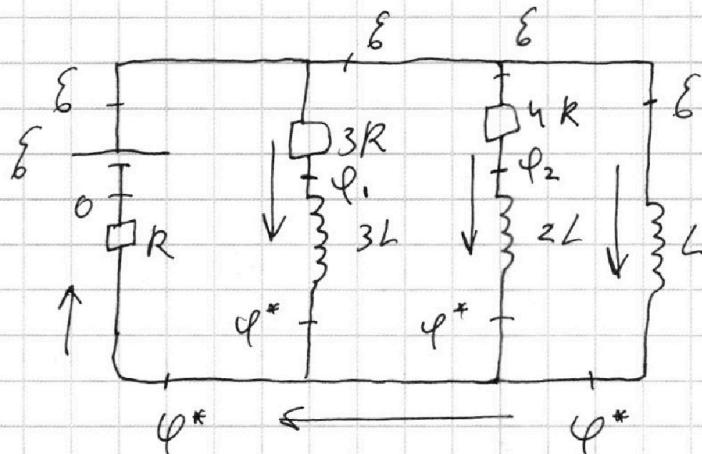


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

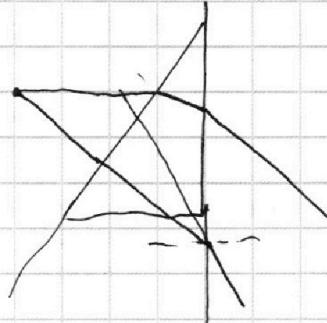
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Рассчит. пронз. момент после \rightarrow :



$$\mathcal{E} - \varphi^* = \angle \tilde{I}_L'$$

$$\frac{\varphi^*}{R} = I_{3L} + I_{2L} + I_L$$



$$\varphi_1 - \varphi^* = 3L \tilde{I}_{3L}'$$

$$\varphi_2 - \varphi^* = 2L \tilde{I}_2'$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{3R} = \tilde{I}_{3L}$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{4R} = \tilde{I}_{2L}$$

↓

$$\varphi_1 = \mathcal{E} - 3\tilde{I}_{3L}R$$

↓

$$\varphi_2 = \mathcal{E} - 4\tilde{I}_{2L}R$$

$$\mathcal{E} - 3\tilde{I}_{3L}R - \varphi^* = 3L \tilde{I}_{3L}'$$

$$\mathcal{E} - 4\tilde{I}_{2L}R - \varphi^* = 2L \tilde{I}_{2L}'$$

$$4\tilde{I}_{2L}R - 3\tilde{I}_{3L}R = 3L \tilde{I}_{3L}' - 2L \tilde{I}_{2L}' / \cdot dt$$

$$(*) 4dq_{2L}R - 3dq_{3L}R = 3Ld\tilde{I}_{3L} - 2Ld\tilde{I}_{2L}$$



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

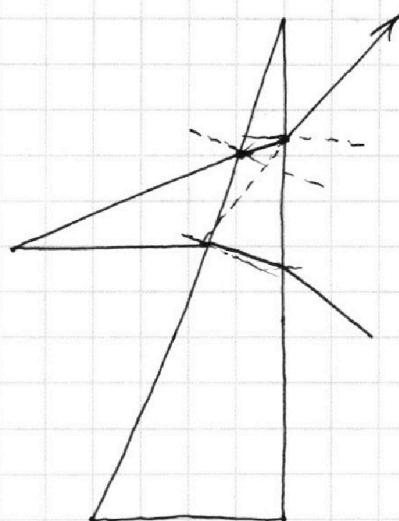
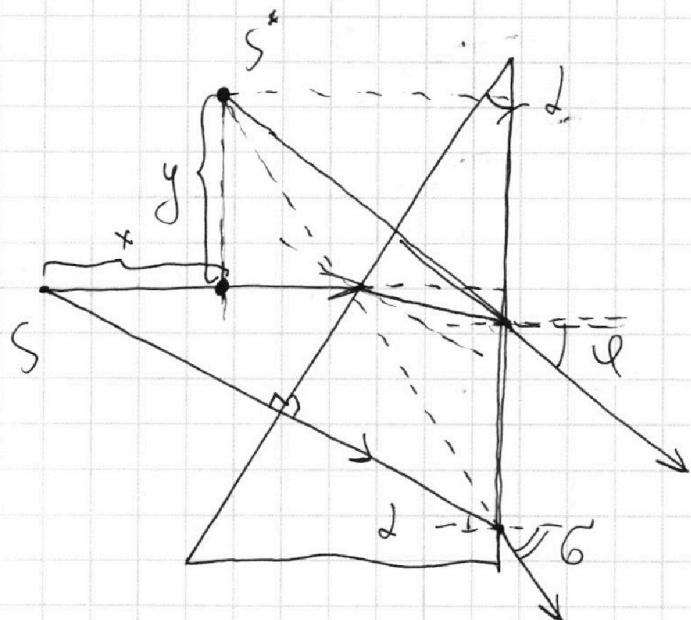
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Найдем расстояние между источником и
изображением при $n_1 = 1$:





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

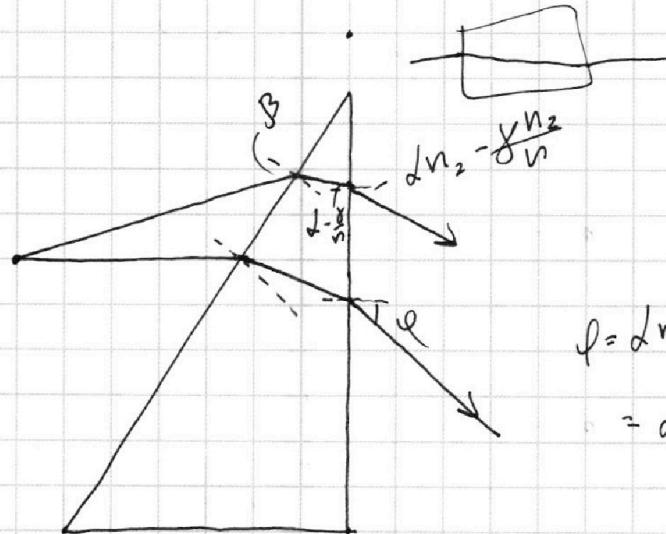
5

6

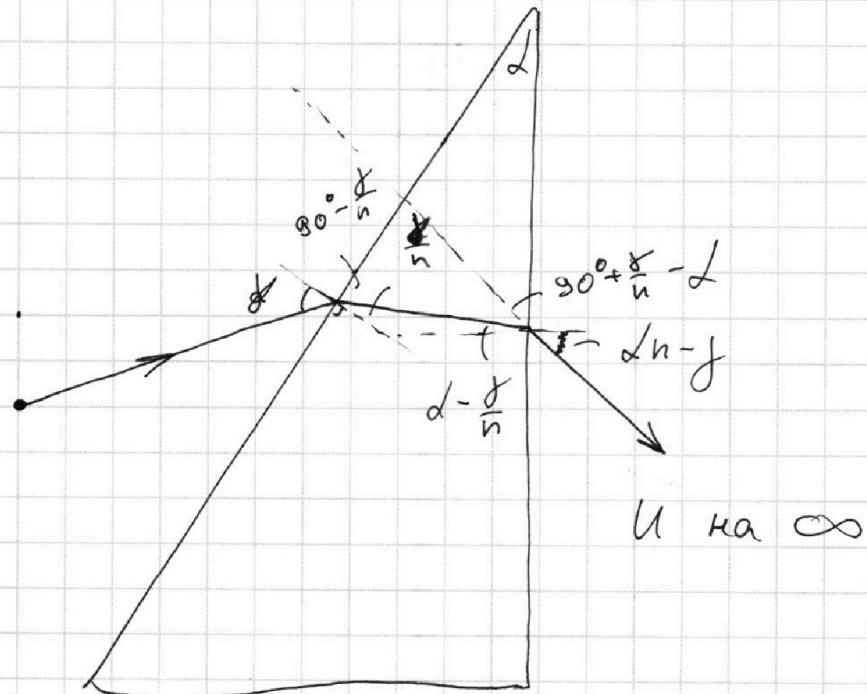
7

МФТИ

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



$$\begin{aligned} \delta &= \delta n_2 - \frac{\alpha}{n} = \\ &= \delta n_2 \left(1 - \frac{1}{n}\right) \end{aligned}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

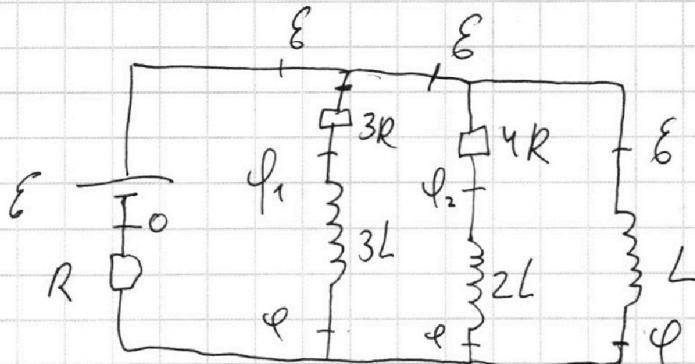
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

Прослеживаем (+) от \mathcal{E} магнита замкн. ключа №
ус. соф:

$$4\mathcal{I}_{2L}R - 3\mathcal{I}_{3L}R = -3L\bar{I}_{3L}^{(0)} + 2L\bar{I}_{2L}^{(0)}$$



$$\bar{I}_L + \bar{I}_{2L} + \bar{I}_{3L} = \frac{\varphi}{R}$$

~~$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{3R} + \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{4R} = 0$$~~

$$\mathcal{E} - \varphi_1 = 3 \bar{I}_{3L} R$$

$$\mathcal{E} - \varphi_2 = 4 \bar{I}_{2L} R$$

$$\mathcal{E} - \varphi = \angle \bar{I}_L'$$

$$\varphi_2 - \varphi = 2 \angle \bar{I}_{2L}' < 0$$

$$\varphi_1 - \varphi = 3 \angle \bar{I}_{3L}' < 0$$

$$\mathcal{E} - 3L\bar{I}_{3L}' - \varphi = 3 \bar{I}_{3L} R$$

$$\mathcal{E} - 2L\bar{I}_{2L}' - \varphi = 4 \bar{I}_{2L} R$$

$$\angle \bar{I}_L' - 3L\bar{I}_{3L}' = 3 \bar{I}_{3L} R$$

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

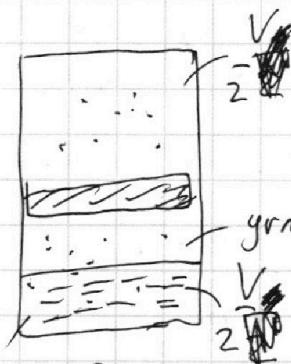


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Пусть вначале было расставлено $V_{расв}$.

$$V_{расв} = k p_0 \cdot \frac{V_0}{2}, \text{ тогда в конце}$$

$$V_{расв}^* = k p^*$$



$$V_{\text{газ}}^* = V_{\text{газ}} + V_{\text{исп.}}$$

$$V_{\text{исп.}} = V_{\text{расв}} - V_{\text{расв}}^* = k(p_{\text{газ}} \cdot \frac{V}{2} - p^* \cdot \frac{V}{2})$$

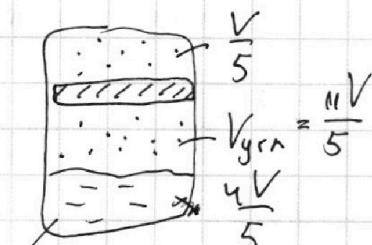
где $p_{\text{газ}} = p_0$

$$\frac{V_r R}{V} = \frac{p_0}{2 T_0} \quad p_r = 5 T^* \cdot \frac{p_0}{2 T_0}$$

где T
исп. $= T_0$

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = V_r R T_0$$

$$p_{\text{газ}}^* \cdot \frac{V}{4} = V_{\text{газ}} \cdot R \cdot T_0$$



$$\frac{V_r}{V_{\text{газ}}} = 2$$

$$p_r = \frac{5 V_r R T}{V}$$

$$p_{\text{газ}} \cdot \frac{11}{5} V + p_0 \cdot \frac{11}{5} V = (V_{\text{газ}} + V_r) \cdot R$$

$$p_{\text{газ}} \cdot \frac{11}{5} V = V_{\text{газ}}^* \cdot R \cdot T^*$$

$$V_{\text{газ}}^* = k p_r w$$

$$w = \frac{V}{4} \quad V_{\text{газ}}^* = \frac{1}{4} p^* V \cdot k$$

$$p = p^* \quad p_{\text{газ}} \cdot \frac{11}{5} V = V_{\text{газ}}^*$$

$$V_{\text{газ}}^* = V_{\text{газ}} + k(p_{\text{газ}} \cdot \frac{V}{2} - p_0 \cdot \frac{V}{2})$$

$$p_{\text{газ}} + 2p_0 = p_r \quad p_{\text{газ}} + 2p_0 = \frac{5}{2} p_0 \frac{T}{T_0}$$



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

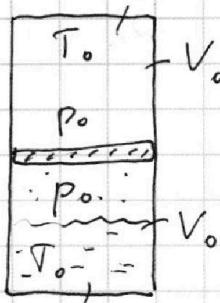
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

До нагрева:



вода +
+ газ. раз

N².

$$V = 2V_0, V_* = \frac{V_0}{2}$$

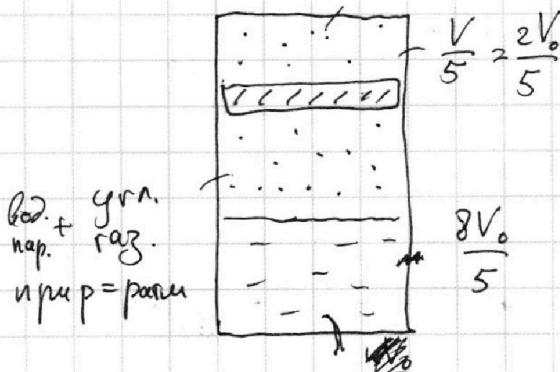
$$\Delta V = k p w$$

$$w = \frac{V_0}{2}, P_* = P_0$$

$$k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{жоА}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

После нагрева:

гелий



вод. +
нагр.
нап.
и прир = разн

$$\frac{V_r}{V_{\text{газо}}}=2$$

Найдем давление гелия:

$$P_r \cdot \frac{2V_0}{5} = V_r R T_0$$

$$P_r \cdot \frac{2}{5} V_0 = P_0 V_0$$

$$P_r = \frac{5}{2} P_0 = \frac{5}{4} \text{ парс.}$$

$$P_{\text{газ}} = \frac{5}{4} \text{ парс.}, \text{ т. к. давл. рабочее,}$$

$$\leftarrow \rightarrow P_{\text{газ}} \cdot \frac{10V_0}{10} = V_{\text{газ}}^* \cdot R \cdot T$$

$$P_{\text{нагр}} = P_{\text{газ}} = \text{парс} = 2P_0$$

$$P_r^* = 2P_0 + P_{\text{газ}}$$

Рисунок 1
Баланс в баке сжиженного газа

вода в мороз