

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

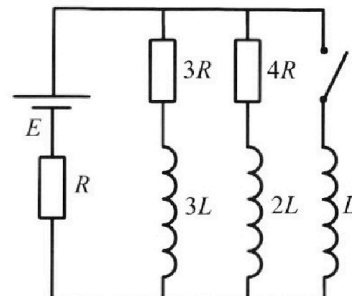
Вариант 11-03

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_0 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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.

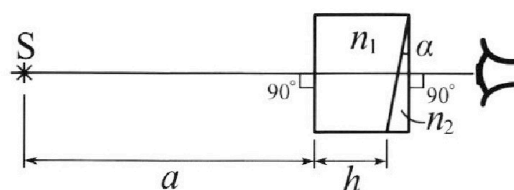


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



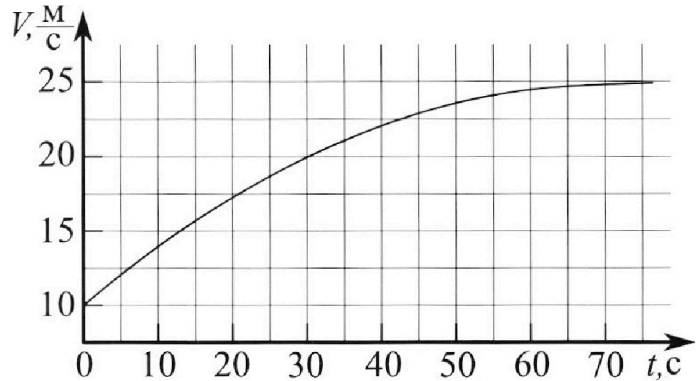
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03



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?

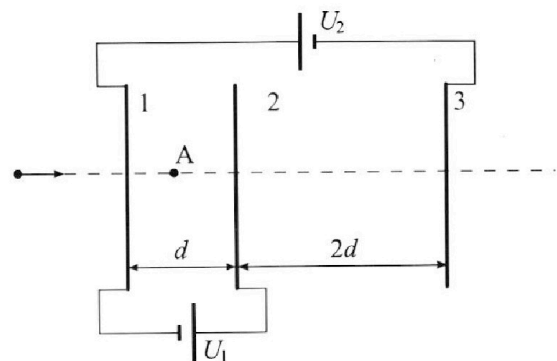
Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 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.

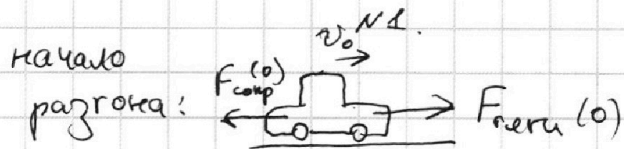
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$F_{\text{сопр}}(0) = \lambda U_0$$

Из 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 $t = 5$ с скорость машины примерно 12 м/с , имеем:

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

$$F_{\text{тяги}}(0) - F_{\text{сопр}}(0) = m a_0$$

$F_{\text{сопр}} = \lambda U$. Найдём λ :

Скорость асимптот. стремиться к $U_{\text{уст}} = 25 \text{ м/с}$,

т.е. : $F_k = \lambda U_{\text{уст}} \Rightarrow \lambda = \frac{F_k}{U_{\text{уст}}} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$

$$F_{\text{тяги}}(0) = F_0 = m a_0 + F_{\text{сопр}}(0)$$

$$F_0 = m a_0 + \lambda U_0 = 1500 \text{ кг} \cdot \frac{2}{5} \text{ м/с}^2 + 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \cdot 10 \text{ м/с}$$

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

$$P_0 = F_0 \cdot U_0 = 840 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м/с} = 8400 \text{ Вт}$$

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:

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

МФТИ

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

Решим полученные

уравн:

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

$$U_r = \frac{p_0 V}{2 R \sigma_0}$$

$$U_{гр}^* = \frac{p_0 V}{4 R \sigma_0} + \frac{1}{4} p_0 V \cdot k$$

$$U_r R = \frac{p_0 V}{2 \sigma_0}$$

$$p_{гр}^* = p^* - 2 p_0$$

$$p^* = \frac{5 U_r R \sigma_0^*}{V} = \frac{5 p_0 \sigma_0^*}{2 \sigma_0}$$

$$p_{гр}^* = \frac{5 p_0 \sigma_0^*}{2 \sigma_0} - 2 p_0$$

$$\frac{11}{20} V \left(\frac{5 p_0 \sigma_0^*}{2 \sigma_0} - 2 p_0 \right) = R \sigma_0^* \left(\frac{p_0 V}{4 R \sigma_0} + \frac{1}{4} p_0 V \cdot k \right) / : p_0 V$$

$$\frac{11}{20} \left(\frac{5 \sigma_0^*}{2 \sigma_0} - 2 \right) = \frac{1}{4} R \sigma_0^* \left(\frac{1}{R \sigma_0} + k \right) / \cdot 4$$

$$\frac{11}{8} \frac{\sigma_0^*}{\sigma_0} - \frac{11}{10}$$

$$\frac{11}{5} \left(\frac{5 \sigma_0^*}{2 \sigma_0} - 2 \right) = R \sigma_0^* \left(\frac{1}{R \sigma_0} + k \right)$$

$$\frac{11}{2} \frac{\sigma_0^*}{\sigma_0} - \frac{22}{5} = \frac{\sigma_0^*}{\sigma_0} + R \sigma_0^* \cdot k$$

$$\frac{9}{2} \frac{\sigma_0^*}{\sigma_0} = \frac{22}{5} + R \sigma_0^* \cdot k = \frac{22}{5} + 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} =$$

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

$$\frac{9}{2} \frac{\sigma_0^*}{\sigma_0} = \frac{59}{10}$$

$$\frac{\sigma_0^*}{\sigma_0} = \frac{59}{45}$$

Ответ: 1) $\frac{U_r}{U_{гр}^*} = 2$

2) $\frac{\sigma_0^*}{\sigma_0} = \frac{\sigma_0}{\sigma_0} = \frac{59}{45}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

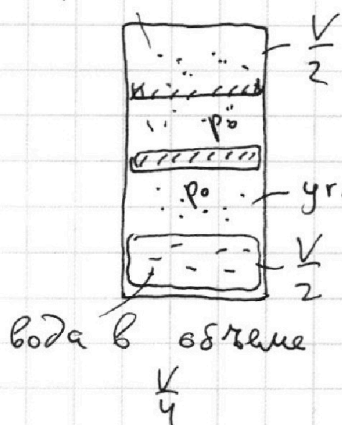
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№ 2.

Рассм. ситуацию до нагревания:

гелий.



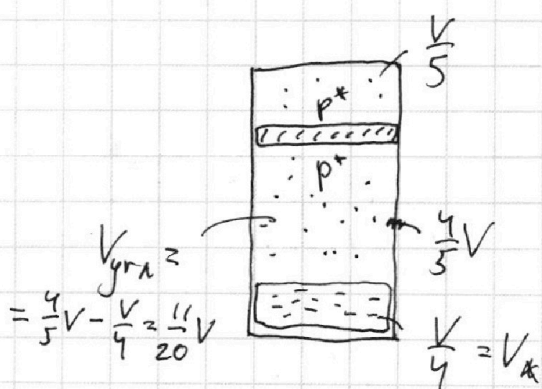
в газ. сост. в объеме $\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$

$$\left(\begin{aligned} p_0 \cdot \frac{V}{2} &= \nu_{\text{He}} R T_0 \\ p_0 \cdot \frac{V}{4} &= \nu_{\text{He} + \text{газ}} R T_0 \end{aligned} \right) :$$

$$\frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{He} + \text{газ}}} = 2$$

$$\nu_{\text{расв}} = k p_0 = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{1}{4} p_0 \cdot V \cdot k$$

После нагревания:



Поскольку при $T^* = 373\text{K}$

газ не расив. в воде, верно, что:

$$\nu_{\text{He}}^* = \nu_{\text{He} + \text{газ}} + \nu_{\text{расв}}$$

$$p^* \cdot \frac{V}{5} = \nu_{\text{He}}^* R T^*$$

$$p_{\text{He}} \cdot \frac{11}{20} V = \nu_{\text{He}}^* \cdot R T^*$$

Из условия энт. равновесия:

$$2p_0 + p_{\text{He}} = p^*$$

тогда при $T = 373\text{K}$ равно $p_{\text{He}} = 2p_0$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

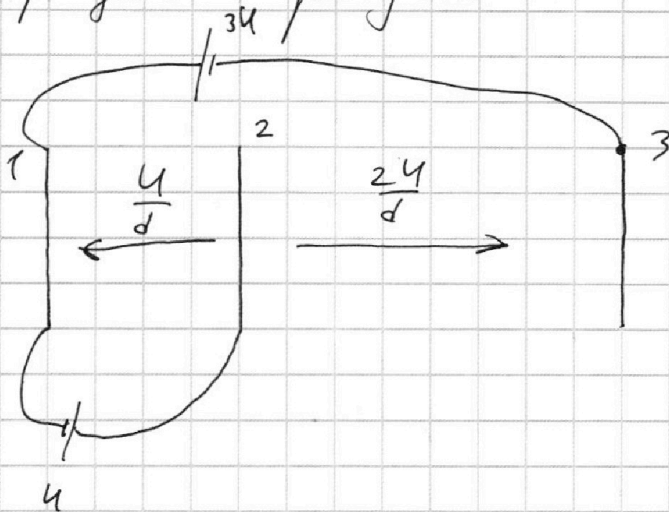
1 2 3 4 5 6 7



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



Перерисуем рисунок:



Вне всех пластин (зарядом ~~кажд.~~) поле не, т.к. суммарный заряд всех пластин равен нулю.

На участке 1-2:

$$m a_{12} = E q \Rightarrow a_{12} = \frac{E_{12} q}{m} = \frac{U q}{m d}$$

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (\text{т.к. поле вне пластин})$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2$$

На уч. 1-2 $a_{12} = \text{const}$,

поэтому:

$$v_0 + \frac{v_0^2 - v_2^2}{2 a_{12}} = d$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 2 a_{12} d$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 2 \frac{U q}{m d} \cdot d$$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 - 2 \frac{U q}{m}}$$

вычитаем $v_{\text{кон}}^2$, а не $v_{\text{нач}}^2$, т.к. частица тормозит.

$$K_2 = \frac{1}{2} m \left(v_0^2 - 2 \frac{U q}{m} \right)$$

$$K_1 - K_2 = U q = A_{\text{Фэл.}}$$

~~3.000~~

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!



В области м/у сетками 2 и 3:

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

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

$$(***) 4U\epsilon_0 S = (q_1 + q_2 - q_3) \cdot d$$

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

$$q_1 + q_2 = -q_3$$

$$4U\epsilon_0 S = -2q_3 \cdot d \Rightarrow \boxed{q_3 = -\frac{2U\epsilon_0 S}{d}}$$

$$q_2 + q_3 = -q_1$$

$$2\epsilon_0 S U = -2q_1 \cdot d \Rightarrow \boxed{q_1 = -\frac{\epsilon_0 S U}{d}}$$

$$\boxed{q_2 = -q_1 - q_3 = \frac{3\epsilon_0 S U}{d}}$$

Вне зависимости от предположения, что $q_i > 0$, 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 результ. напряженности м/у сетками 1 и 2 (E_{12}) и 2 и 3 (E_{23}).

Знак "-" указывает на другое направление.

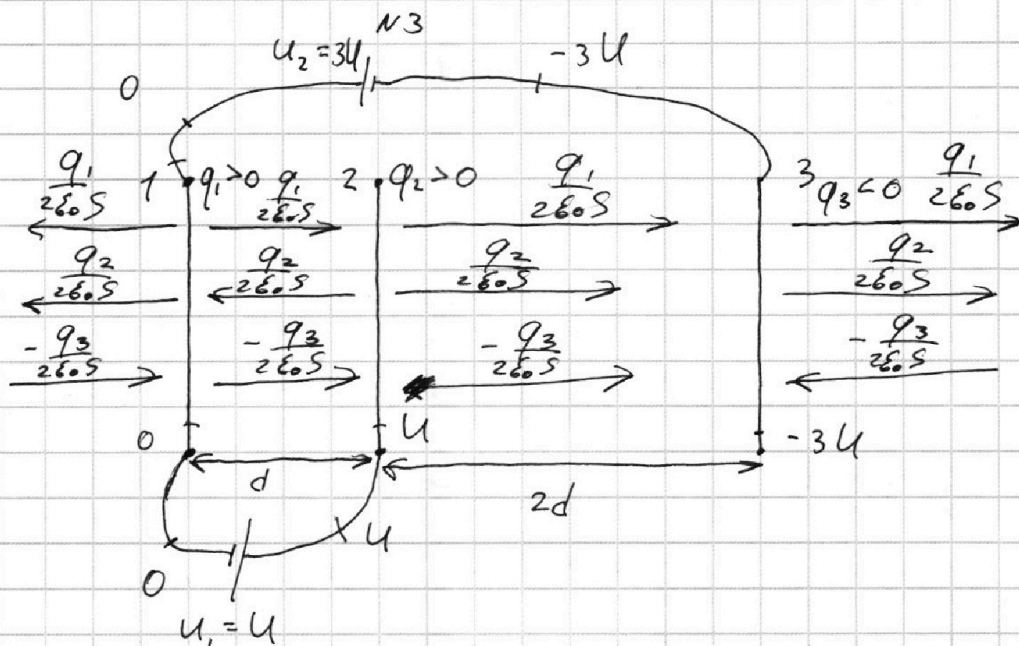
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



В решении использует метод потенциалов.

Допустим сетки 1 и 2 заряжены положительно, а сетка 3 отрицательно. Предположение на ответ не повлияет. Расставим напряженности: $E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$ $E_3 = -\frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$ (модуль)

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

З.С.З: $q_1 + q_2 + q_3 = 0$ (*)

На В области м/у сетками 1 и 2:

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

(***) $2\epsilon_0 S U = (q_2 - q_1 + q_3) \cdot d$

стр. 1.

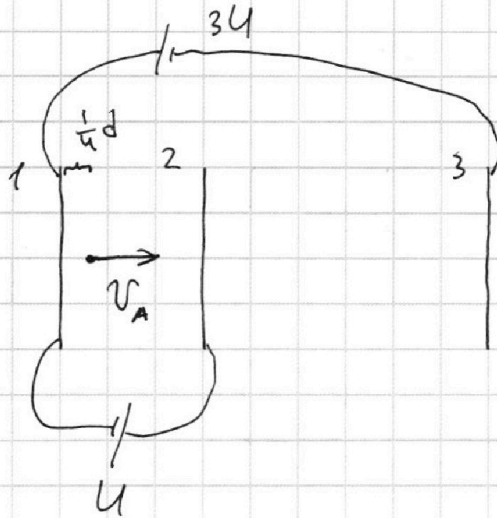
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!



Уз кинематика РУД:

$$\frac{v_0^2 - v_A^2}{2a_{12}} = \frac{d}{4} \Rightarrow \frac{d}{2} \cdot a_{12} = v_0^2 - v_A^2$$

⇓

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{1}{2} a_{12} d$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{1}{2} \frac{Ug}{m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{1}{2} \frac{Ug}{m}}$$

Ответ: 1) $a_{12} = \frac{Ug}{md}$ 2) $k_1 - k_2 = Ug$

$$3) v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{1}{2} \frac{Ug}{m}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



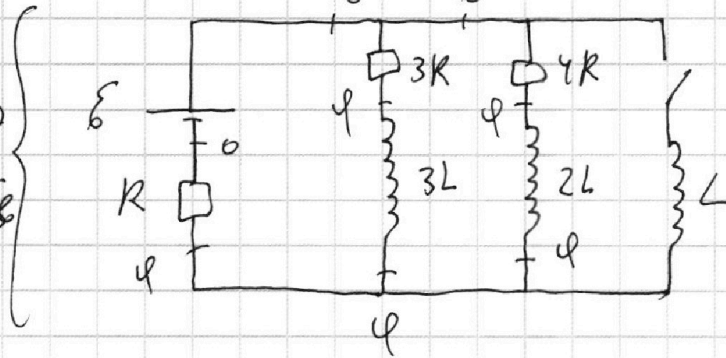
До замык:

нч

Решим уся,

$$U_{2L} = 0 \text{ и } U_{3L} = 0$$

метод
поиск.
уравн.



$$\frac{\varepsilon - \varphi}{3R} + \frac{\varepsilon - \varphi}{4R} = \frac{\varphi}{R} \quad | \cdot 12$$

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

$$19\varphi = 7\varepsilon$$

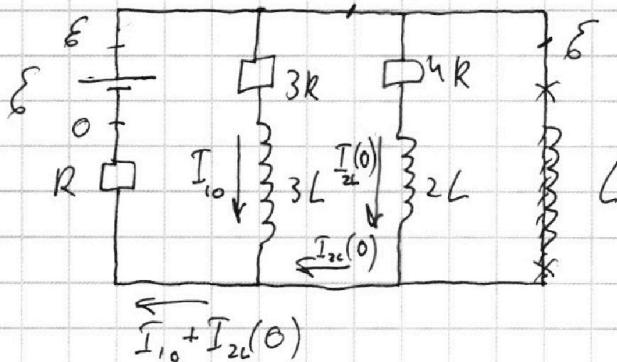
$$\varphi = \frac{7}{19}\varepsilon$$

$$I_{2L}(0) = \frac{3\varepsilon}{19R} \quad I_{10} = \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} = \frac{\varepsilon - \frac{7}{19}\varepsilon}{3R} = \frac{12\varepsilon}{19 \cdot 3R} = \frac{4\varepsilon}{19R}$$

Сразу после замык. ключа:

ток через катушки скачком не изменит.

сл.



В.ч. ток через катушки скачком не изменится, и напряжение на рез. R не поменяется

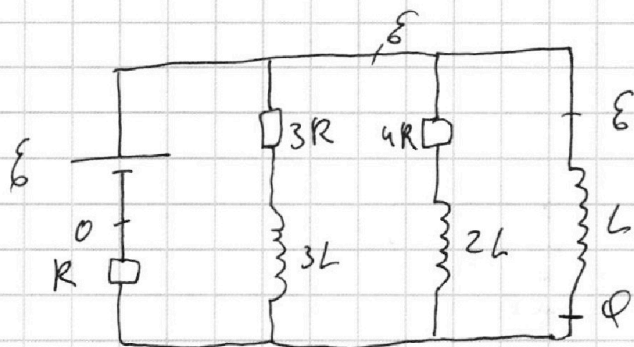
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Напряж. на резисторе R после замык.
ключа ^{сначала} не изменится, т.к. на катушках
сначала не изменятся токи, а их сумма
равна току через резистор R .

Поэтому $U_L = \mathcal{E} - \varphi = L I_L' \Rightarrow \left[I_L' = \frac{\mathcal{E} - \varphi}{L} = \frac{12\mathcal{E}}{19L} \right]$
сразу после

После замык. катушка ток через L
будет растёт до выравнивания потенциа-
лов на ее концах, но тогда когда
 $U_L = 0$, она станет ид. проводником ^{весь} и ток
пойдёт ^{весь} через нее.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

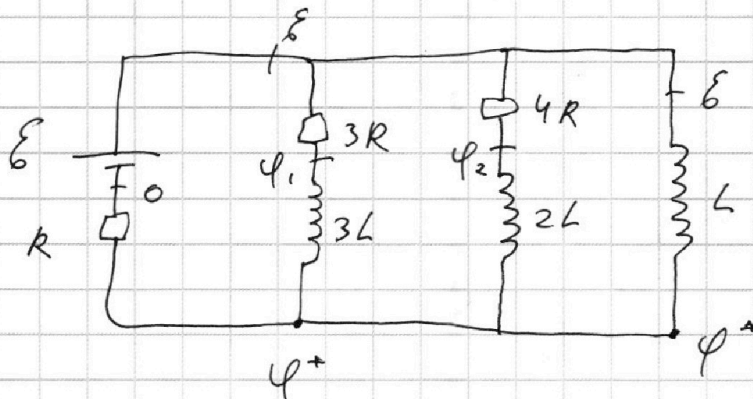
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Рассч. прощв. моменты после \rightarrow :



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

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

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

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

$$L I_L' - 3L I_{3R}' = 3 I_{3R} \cdot R$$

$$L \frac{dI_L}{dt} - 3L \frac{dI_{3R}}{dt} = 3 I_{3R} \cdot R \quad | \cdot dt$$

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

Принтегрируем от замык. ключа до уст. сост.:

$$L \cdot I_L(t_{уст}) - 3L (0 - I_{3R}(0)) = 3 q_{3R} \cdot R (*)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

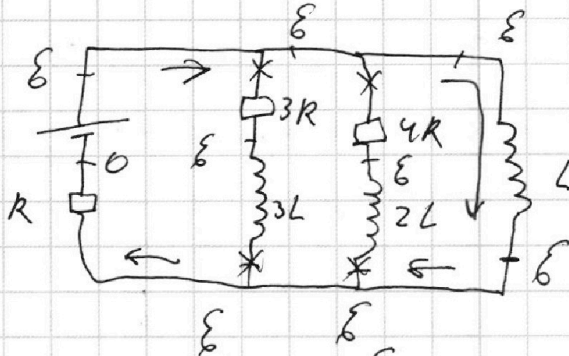
1 2 3 4 5 6 7

 МФТИ



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

Рассм. $I = I_{y\kappa}$:



$$I_L(I_{y\kappa}) = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Подставляем \mathcal{E} (*):

$$\frac{\mathcal{E}L}{R} + 3L \cdot \frac{4\mathcal{E}}{19R} = 39_{3R} \cdot R$$

$$39_{3R} R = \frac{31\mathcal{E}L}{19R}$$

$$9_{3R} = \frac{31\mathcal{E}L}{57R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$

2) $I_L' = \frac{12\mathcal{E}}{19L}$

3) $9_{3R} = \frac{31\mathcal{E}L}{57R^2}$



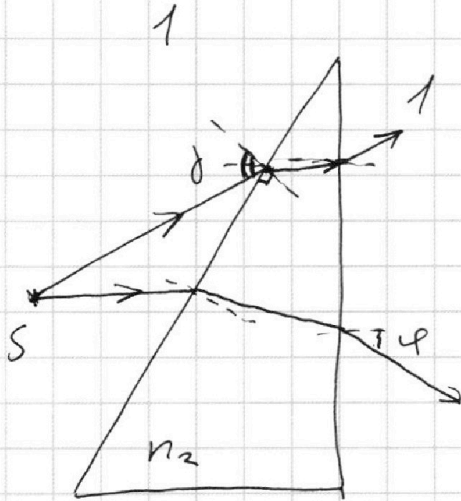
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) $\varphi = 0$, 0 град.
2) и на σ

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

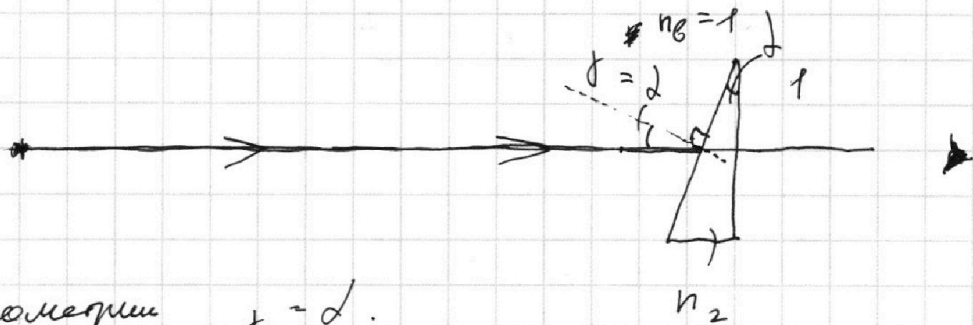
МФТИ

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



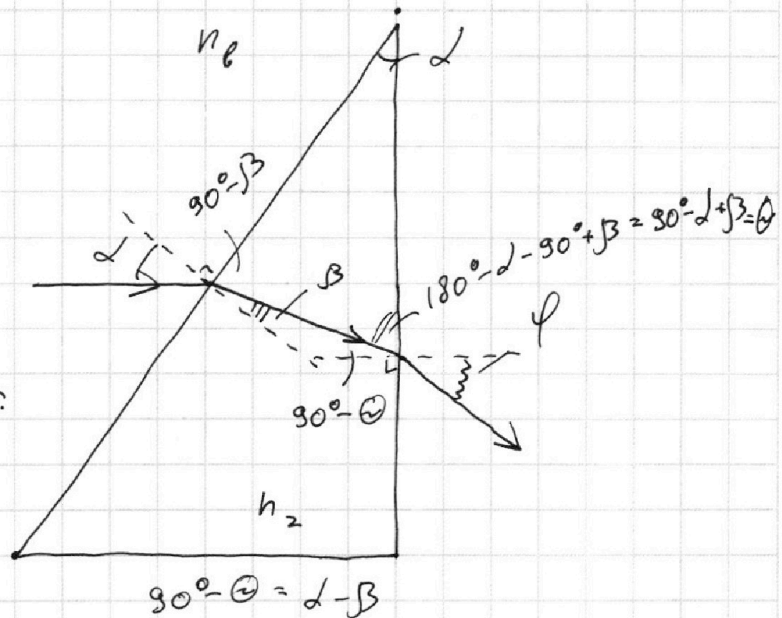
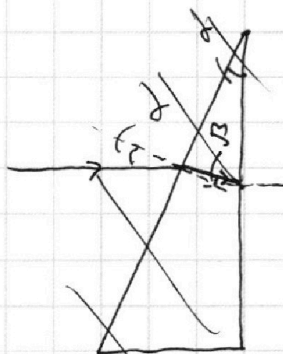
№5.

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



Из геометрии $\beta = \alpha$.

Рассм. ход света в призме:



По 3-му закону:

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

Г.к. углы малые:

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

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

$$\varphi \cdot n_1 = (90^\circ - \beta) \cdot n_2$$

$$\varphi = \frac{(90^\circ - \beta) \cdot n_2}{n_1} = \frac{90^\circ \cdot n_2 \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)}{n_1}$$

$$\varphi = \frac{90^\circ (n_2 - n_1)}{n_1} = 90^\circ (n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$\frac{7}{20} \approx 0,35$$

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

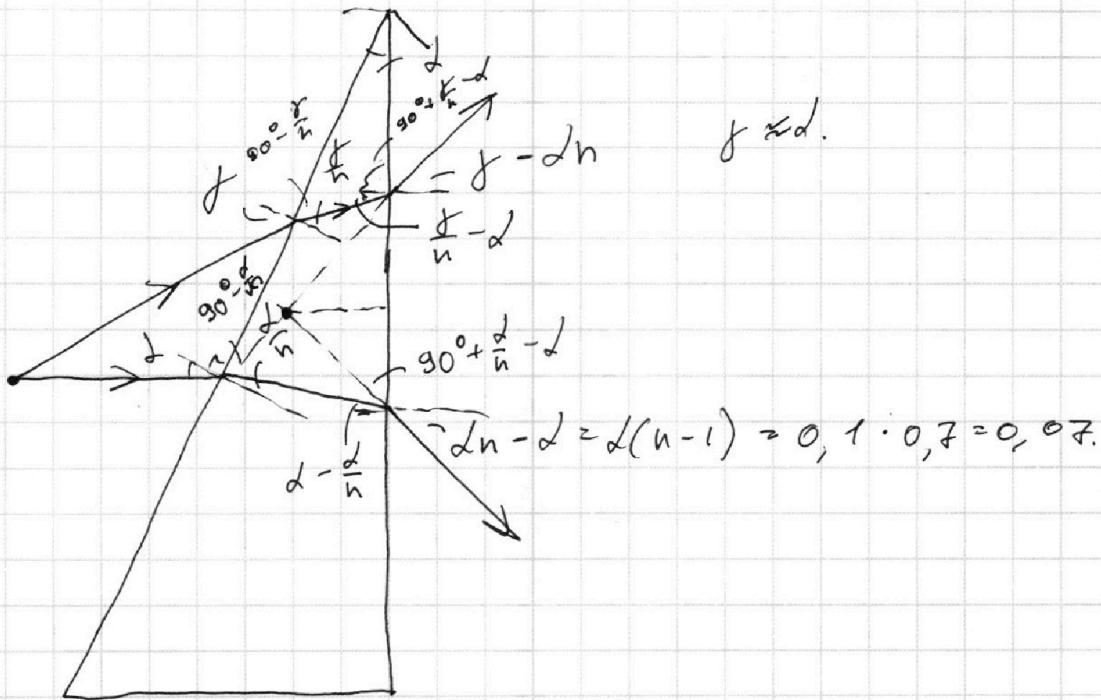
$$\frac{2}{5} = 0,4$$

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

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

$$F_r = 600 + 240 = 840$$

$$P_o = 8400 \text{ B}_r.$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$\frac{11}{5} p_{grn} V = \nu_{grn} R T^* + \frac{V}{2} k R T^* (p_{grn} - p_0)$$

$$R \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_{grn} R T_0$$

$$\nu_{grn} R = \frac{p_0 V}{4 T_0}$$

$$\frac{9}{2} \frac{p_0}{p_0} = \frac{22}{5} \times \frac{3}{2} = \frac{33}{5} = \frac{44}{10} = \frac{11}{2.5}$$

$$\frac{p_0}{p_0} + R k T^* = \frac{11 p_0}{20} = \frac{22}{5} \cdot \frac{1}{10}$$

$$\frac{9}{2} \frac{p_0}{p_0} = \frac{22}{5} + R k T^* \cdot 10^3$$

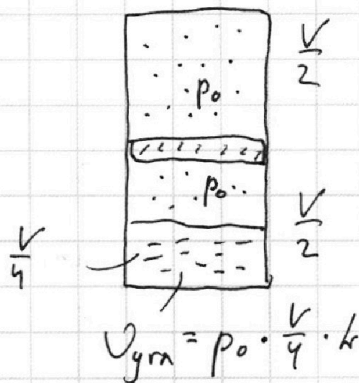
$$\frac{11}{5} p_{grn} V = \frac{p_0 V_0}{4 T_0} \cdot T^* + \left(\frac{p_0}{p_0} + R k T^* \right) = \frac{11}{5} \left(5 T^* \cdot \frac{1}{20} - 2 \right)$$

До нагревания:

$$\frac{9}{2} \frac{p_0}{p_0} = \frac{59}{10} \Rightarrow \frac{\nu_r R}{V} = \frac{p_0}{2 T_0}$$

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

$$\frac{1}{4} p_0 V = \nu_{grn} R \cdot T_0 \Rightarrow \nu_{grn} = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

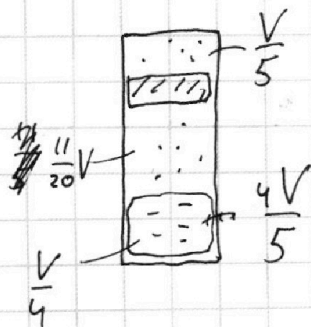


$$\frac{\nu_r}{\nu_{grn}} = 2$$

$$2 p_0 + p_{grn}^* = \frac{5 \nu_r R T^*}{V}$$

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

Решение:



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

$$(2 p_0 + p_{grn}^*) = p_r^*$$

$$p_{grn}^* \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_{grn} + \frac{1}{4} p_0 V k) \cdot R \cdot T^*$$

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

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

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



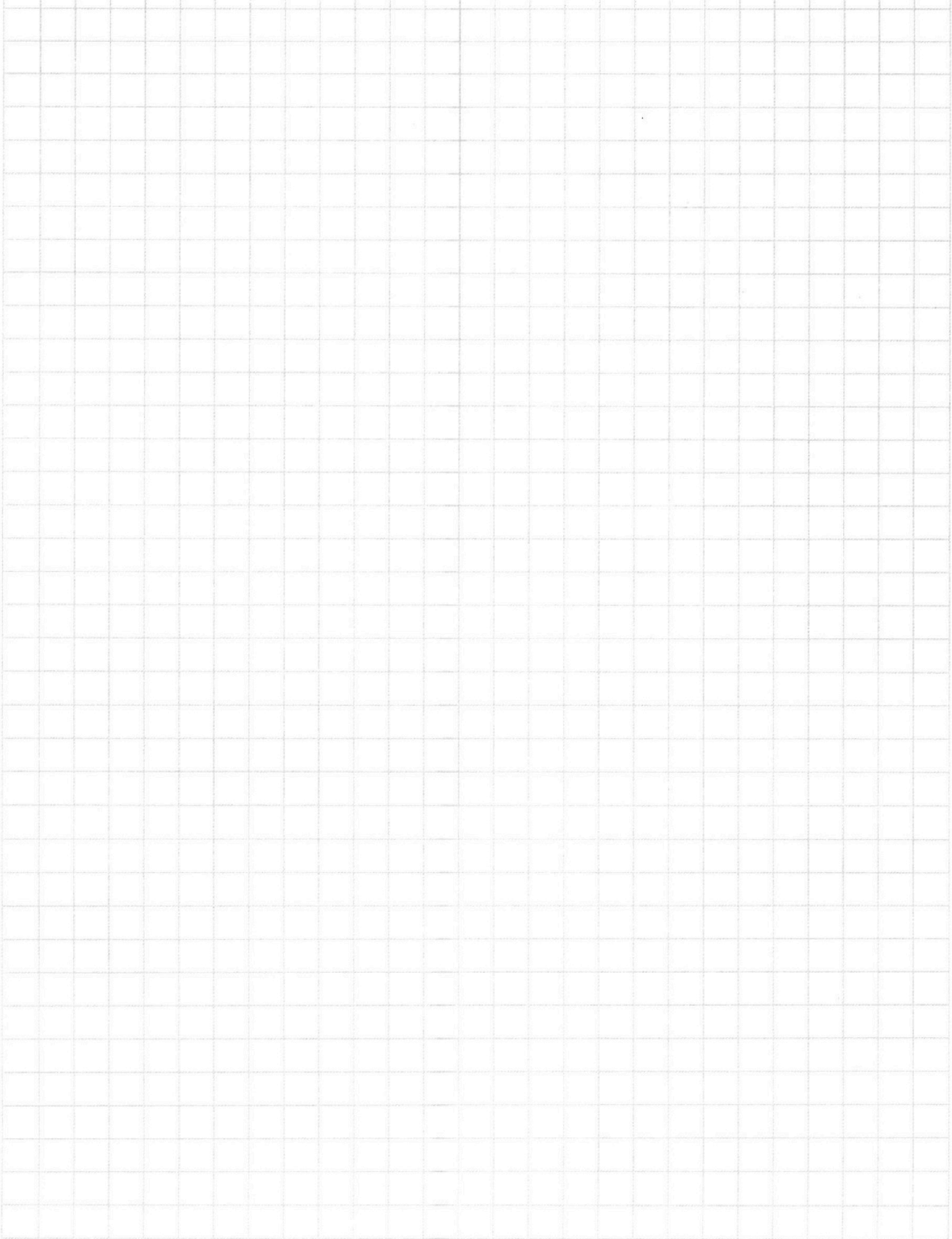
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

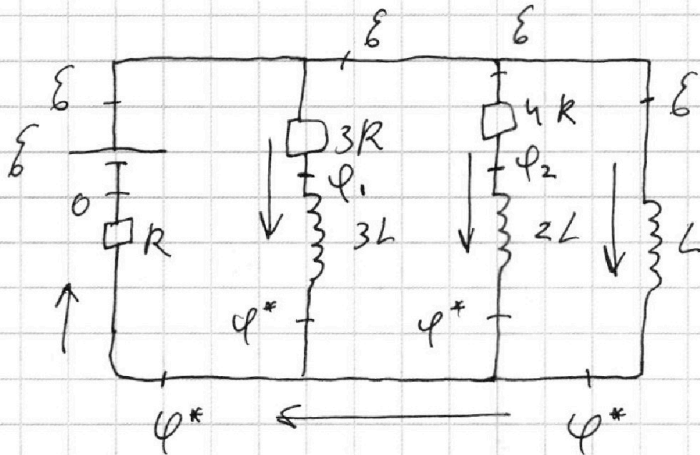
1 2 3 4 5 6 7



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



Рассч. прощв. моменты после \neq :



$$\varepsilon - \varphi^* = L \dot{I}'_L$$

$$\frac{\varphi^*}{R} = \dot{I}'_{3L} + \dot{I}'_{2L} + \dot{I}'_L$$

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

$$\varphi_2 - \varphi^* = 2L \dot{I}'_{2L}$$

$$\frac{\varepsilon - \varphi_1}{3R} = \dot{I}'_{3L}$$

$$\frac{\varepsilon - \varphi_2}{4R} = \dot{I}'_{2L}$$

⇓

$$\varphi_1 = \varepsilon - 3\dot{I}'_{3L}R$$

⇓

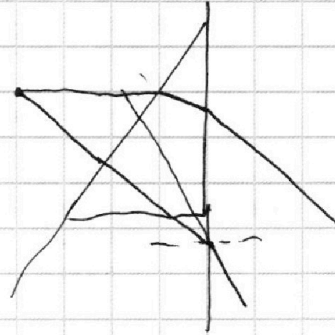
$$\varphi_2 = \varepsilon - 4\dot{I}'_{2L}R$$

$$\varepsilon - 3\dot{I}'_{3L}R - \varphi^* = 3L \dot{I}'_{3L}$$

$$\varepsilon - 4\dot{I}'_{2L}R - \varphi^* = 2L \dot{I}'_{2L}$$

$$4\dot{I}'_{2L}R - 3\dot{I}'_{3L}R = 3L \dot{I}'_{3L} - 2L \dot{I}'_{2L} \quad | \cdot dt$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

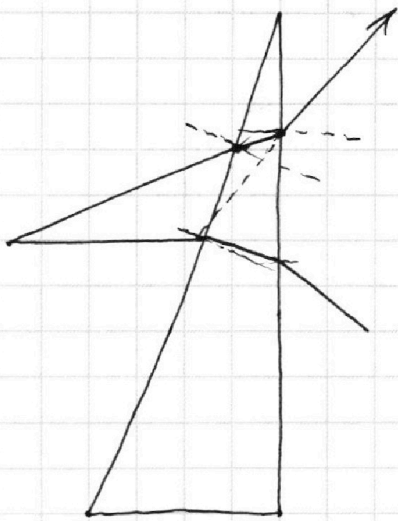
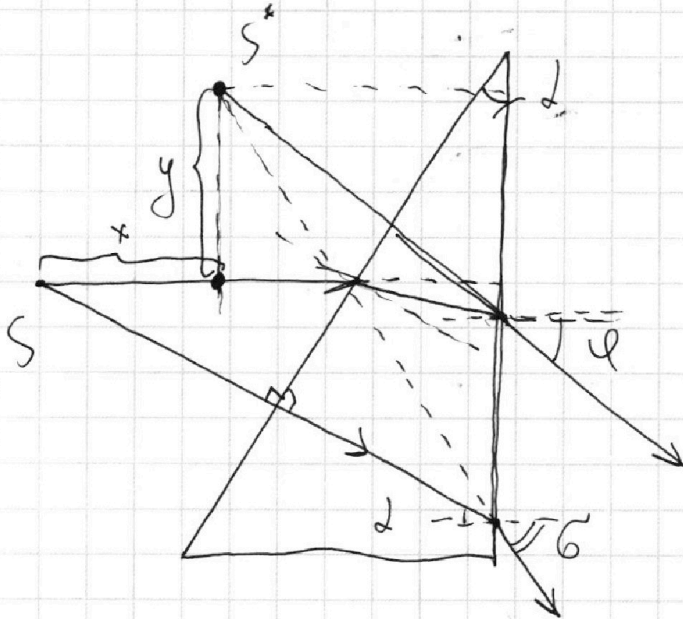
1 2 3 4 5 6 7



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 S
и изображением при $n_1 = 1$:



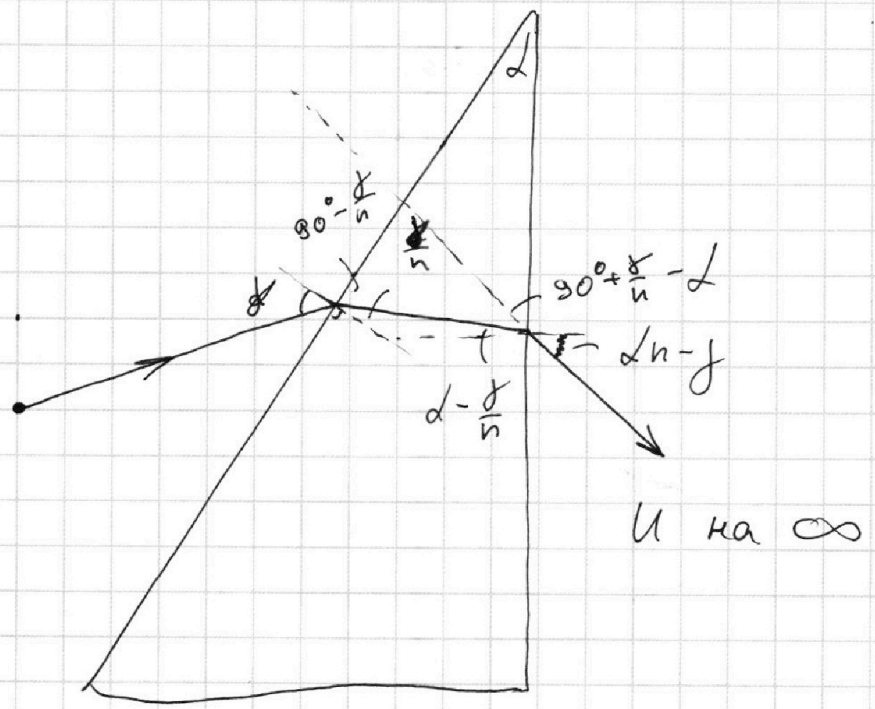
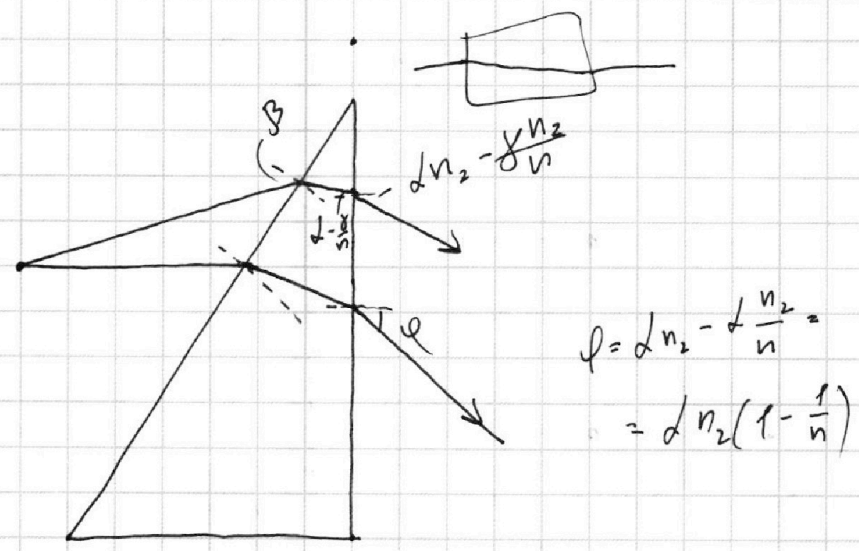


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:

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



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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

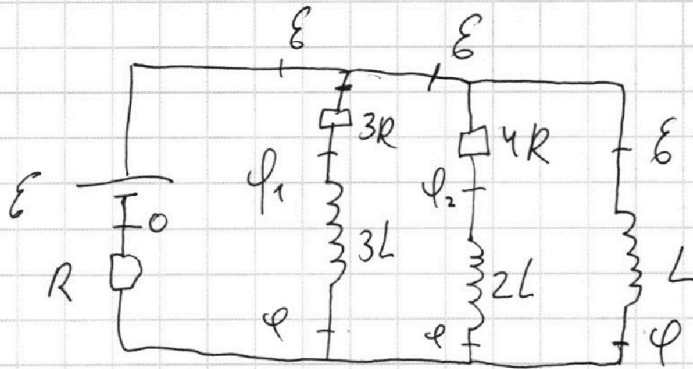
МФТИ

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



Просецируем (+) от ~~6~~ клеммы заземл. ключа \mathcal{Z}_0
уся. соед.:

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



$$\mathcal{I}_L + \mathcal{I}_{2L} + \mathcal{I}_{3L} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\frac{\mathcal{E} - \phi_1}{3R} + \frac{\mathcal{E} - \phi_2}{4R} + \dots$$

$$\mathcal{E} - \phi_1 = 3\bar{I}'_{3R}R$$

$$\mathcal{E} - \phi_2 = 4\bar{I}'_{4R}R$$

$$\mathcal{E} - \phi = L\bar{I}'_L$$

$$\phi_2 - \phi = 2L\bar{I}'_{2L} < 0$$

$$\phi_1 - \phi = 3L\bar{I}'_{3L} < 0$$

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

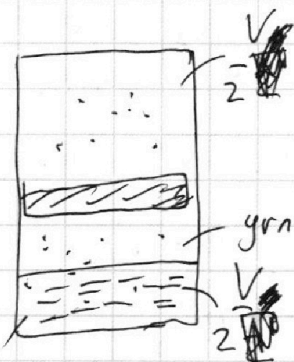
МФТИ

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



Пусть ~~вначале~~ было ~~раскрово~~ $V_{расв}$

~~$V_{расв} = k p_0 \cdot \frac{V_0}{2}$~~ , тогда в конце
 $V_{расв}^* = k p^*$



$V_{грн}^* = V_{грн_0} + V_{ущн.}$

$V_{ущн.} = V_{расв_0} - V_{расв}^* = k(p_{грн} \cdot \frac{V}{2} - p_0 \cdot \frac{V}{2})$

грн. газ в кон-ве $\frac{V}{4}$

$\frac{V_r R}{V} = \frac{p_r}{2V_0}$

$p_r = 5V^* \cdot \frac{p_0}{2V_0}$

вода в кон-ве $\frac{V}{4}$

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

$p_{грн} \cdot \frac{V}{4} = V_{грн_0} \cdot R \cdot T_0$

$\frac{V_r}{V_{грн}} = 2$

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



$V_{грн} = \frac{11V}{5}$

$\frac{V}{4} = V_{вода}$

~~$p_{грн} \cdot \frac{11V}{5} + p_0 \cdot \frac{11V}{5} = (V_{грн} + V_{ущн.}) \cdot R$~~

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

$V_{грн}^* = k p^* w$

~~$w = \frac{V}{4}$~~ $V_{грн}^* = \frac{1}{4} p^* V \cdot k$

~~$p = p^*$~~ $p_{грн} \cdot \frac{11V}{5} = V_{грн_0}$

$V_{грн}^* = V_{грн_0} + k(p_{грн} \cdot \frac{V}{2} - p_0 \cdot \frac{V}{2})$

$p_{грн} + 2p_0 = p_r$ $p_{грн} + 2p_0 = \frac{5}{2} p_0 \frac{V}{V_0}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

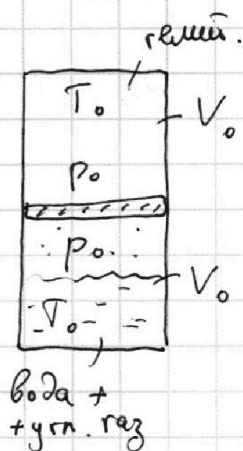
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



До нагрева:



N2.

$$V = 2V_0; V_x = \frac{V_0}{2}$$

$$\Delta U = k p w$$

$$w = \frac{V_0}{2} \quad p_* = p_0$$

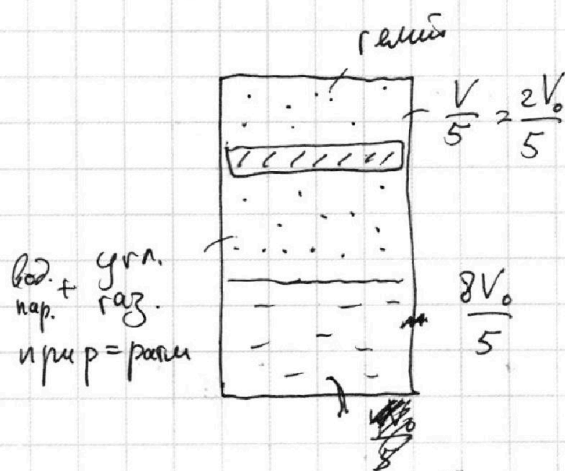
$$k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

По ур-ню Менд.-Клап:

$$\frac{1}{2} p_0 \cdot V_0 = \nu_{\text{гр}} R \cdot T_0$$

$$(p_0 \cdot V_0 = \nu_r R T_0)$$

После нагрева:



$$\frac{\nu_r}{\nu_{\text{гр}}} = 2$$

Найдем давление газа:

$$p_r \cdot \frac{2V_0}{5} = \nu_r R T_*$$

$$p_r \cdot \frac{2}{5} V_0 = p_0 V_0$$

$$p_r = \frac{5}{2} p_0 = \frac{5}{4} p_{\text{атм}}$$

~~$p_{\text{гр}} = \frac{5}{4} p_{\text{атм}}$, т.к. дин. равновесие,~~

~~$p_{\text{гр}} \cdot \frac{1}{10} V_0 = \nu_{\text{гр}}^* \cdot R \cdot T$~~

$$p_{\text{пара}} = p_{\text{атм}} = p_{\text{атм}} = 2 p_0$$

$$p_r^* = 2 p_0 + p_{\text{гр}}$$

~~$p_{\text{гр}}$ сначала в воде было $\nu_{\text{гр}} = \frac{1}{10} \nu_0$~~

~~вода в конце~~