



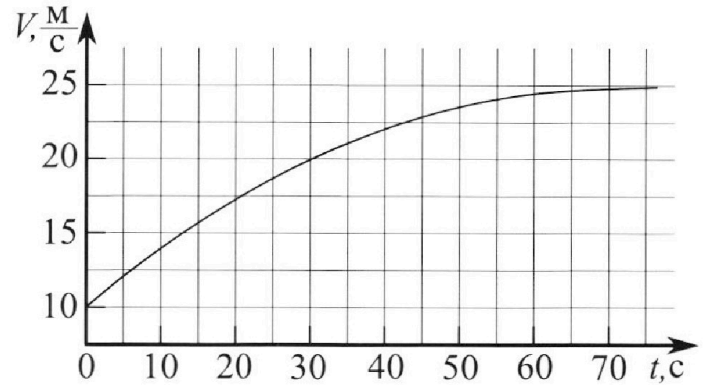
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

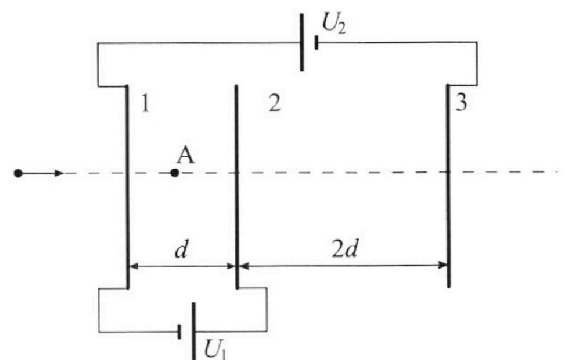
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится 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.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

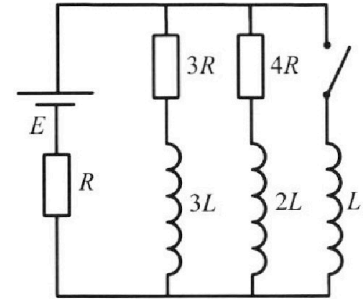
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 $n_в = 1,0$. 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.

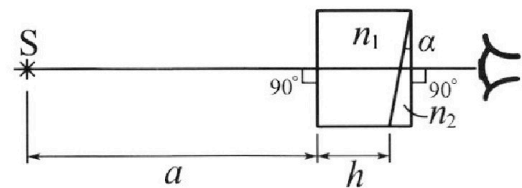


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

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

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!

№ 1

Дано:

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$F_c = \alpha V$$

Решение:

Из графика $V(5c) \approx 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$a_0 = \frac{V(5c) - V_0}{t} = \frac{12 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{5c} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1) a_0 - ?

2) в конце разгона $V_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \text{const} \Rightarrow$

2) F_0 - ?

\Rightarrow по 2 з. Ньютона $F_k - F_c = 0$

3) P_0 - ?

$$F_k - \alpha V_k = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{V_k}$$

~~по~~ по 2 з. Ньютона для начала разгона

$$F_0 - \alpha V_0 = a_0 m \Rightarrow F_0 = a_0 m + F_k \frac{V_0}{V_k}$$

$$F_0 = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1500 \text{ кг} + 600 \text{ Н} \cdot \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 600 \text{ Н} \left(1 + \frac{10}{25} \right) = 600 \text{ Н} \cdot \left(1 + \frac{2}{5} \right) = 600 \text{ Н} \cdot \frac{7}{5} = 840 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = A_0 \frac{dA}{dt} = \frac{dE}{dt} \cdot V_0 = V_0 \cdot F_0$$

$$P_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 840 \text{ Н} = 8400 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a_0 = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $F_0 = 840 \text{ Н}$

3) $P_0 = 8400 \text{ Вт}$

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

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



№2

Дано:

$$V, p_0 = \frac{p_0 V_0}{2}, T_0$$

$$V_{ш} = \frac{V}{4}$$

$$T = 373 K$$

$$V_2 = \frac{V}{5}$$

$$K \approx 0,5 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

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

Решение:

в начальный момент времени система находится в равновесии, поршень невесомый $\Rightarrow p_1 = p_2 = p_0$

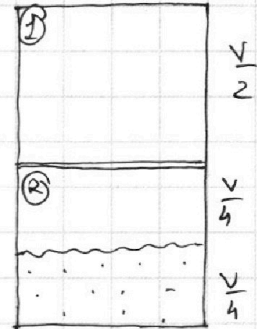
ур-ие Клапейрона-Менделеева:

$$pV = \nu RT$$

$$① p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0$$

$$② p_0 \cdot \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4}\right) = \nu_2 RT_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \nu_1 = \frac{p_0 V}{2RT_0} \\ \nu_2 = \frac{p_0 V}{4RT_0} \end{cases}$$



~~1) $\frac{\nu_1}{\nu_2} = ?$ 2) $\frac{T}{T_0} = ?$~~

1) $\frac{\nu_1}{\nu_2} = ?$ 2) $\frac{T}{T_0} = ?$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\frac{p_0 V}{2RT_0}}{\frac{p_0 V}{4RT_0}} = \frac{1}{2} \cdot 4 = 2$$

2) в начальный момент времени в воде был растворен углекислый газ: $\Delta p = KpH$ (закон Генри)

$$\Delta p = K \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{K p_0 V}{4}$$

при температуре T в нижней части сосуда находится

$$p_2' = p_2 + \Delta p \text{ углекислого газа}$$

при температуре T давление на поршень в нижней части сосуда оказывают насыщенный водяной пар и углекислый газ \Rightarrow по з. Дальтона $p = p_2' + p_{H_2O}$

ур-ие Клапейрона-Менделеева: ① $p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0$ - нач. сост.

$p \cdot \frac{V}{5} = \nu_2 RT$ - конек. сост.

$$\frac{p_0 V}{2RT_0} = \frac{pV}{5RT} \Rightarrow \frac{p_0 V}{2T_0} = \frac{pV}{5T}$$

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!

Условие - продублировано 1

$$\textcircled{2} \left\{ \begin{aligned} p_0 \cdot \frac{V}{4} &= \nu_2 RT_0 - \text{исходное сост. (для ускор. газа)} \\ p'_2 V'_2 &= \nu_2' RT - \text{конечное сост. (для ускор. газа)} \end{aligned} \right.$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 RT_0 \Rightarrow \nu_2 = \frac{p_0 V}{4 RT_0}$$

$$p \cdot \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (\nu_2 + \Delta \nu) RT \quad (1)$$

$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20V}{20} - \frac{4V}{20} - \frac{5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$$\text{из н.д. } \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2 \Rightarrow \nu_2 = \frac{\nu_1}{2}$$

$$(1): p \cdot \frac{11V}{20} = \nu_2 RT + \Delta \nu RT$$

$$11pV = 20 \left(\frac{\nu_1}{2} RT + \Delta \nu RT \right) \Rightarrow p = \frac{20}{11V} \left(\frac{1}{2} \nu_1 RT + \Delta \nu RT \right)$$

$$p = p_2' + p_{\text{нп}}$$

$$p = \frac{20}{11V} \left(\frac{1}{2} \nu_1 RT + \Delta \nu RT \right) + p_{\text{нп}}$$

$$p = \frac{20}{11V} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{p_0 V}{5} + \frac{k p_0 V}{4} \cdot RT \right) + p_{\text{нп}} \quad / \cdot 11$$

$$11p = \frac{20}{V} \cdot \frac{1}{2} \cdot p_0 V + \frac{20}{V} \cdot \frac{k p_0 V}{4} RT + 11p_{\text{нп}}$$

$$11p = 10p_0 + 5k p_0 RT + 11p_{\text{нп}}$$

$$9p = 5k p_0 RT + 11p_{\text{нп}} \Rightarrow \text{из } \textcircled{1} \quad p = \frac{5T}{2T_0} p_0$$

при $T = 373\text{K}$ $p_{\text{нп}} = 10^5 \text{Па} = p_{\text{атм}}$ (нормальное атм. давление)

$$9 \cdot \frac{5T}{2T_0} p_0 = 5k p_0 RT + 11p_{\text{нп}} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{2}{45} \left(5kRT + 11 \frac{p_{\text{нп}}}{p_0} \right)$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{45} \left(5kRT + 11 \frac{p_{\text{атм}}}{p_0} \right) =$$

$$= \frac{2}{45} (5kRT + 22)$$

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!

№2 - продолжение 2

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{45} (5kRT + 22)$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{45} \left(5 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} + 22 \right) =$$
$$= \frac{2}{45} \cdot \left(\frac{15}{2} + \frac{44}{2} \right) = \frac{2}{45} \cdot \frac{59}{2} = \frac{59}{45}$$

Ответ: 1) $\frac{v_1}{v_2} = 2$

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

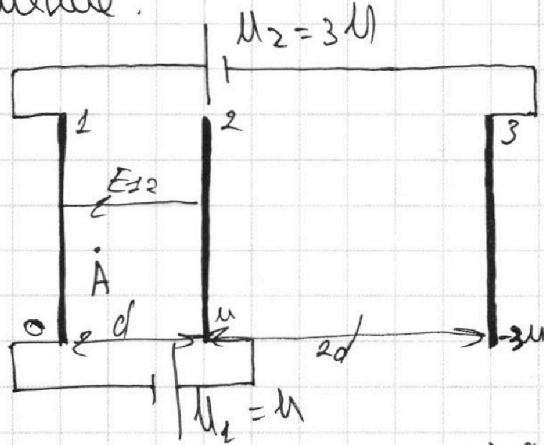
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

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



№3
 Дано:
 $d; 2d$
 $\mu_1 = \mu$
 $\mu_2 = 3\mu$
 $m; q > 0$
 V_0

Решение:



1) $E_{12} = \frac{U_1}{d}$
 по 2-3. Условие
 $F_{кул} = am$
 $qE_{12} = am \Rightarrow$
 $\Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot E_{12} = \frac{q\mu}{m d}$

- 1) $a_{12} - ?$
- 2) $K_1 - K_2 - ?$
- 3) $V_A - ?$

2) $\int \varphi_1 = 0$ - потенциал 1 пластины
 тогда $\varphi_2 = \mu$
 $\varphi_3 = -3\mu$

$\Rightarrow \mu_{23} = 4\mu$

тогда ~~на~~ E_{12} направлением E_{12} направлена влево

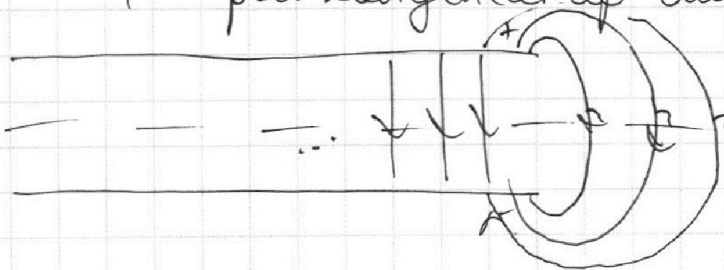
\Rightarrow частица замедляется; тогда по ЗРЭ $K_1 - K_2 = A_{12}$

$K_1 - K_2 = q \Delta \varphi_{12} = q \cdot \mu$

3) ~~на~~ внешнее поле конденсатора:



линии напряженности внешнего поля конденсатора перпендикулярны плоскости, параллельной относительно которой конденсатор симметричен \Rightarrow



$\Rightarrow \varphi_{середине} = \varphi_{\infty}$
 $\Rightarrow \varphi_{\infty} = \frac{-\mu_2}{2} + 0 = -\frac{3\mu}{2}$

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 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!



$\psi_A \in$ №3 - продолжение

$$\psi_A = 0 + \frac{U}{r} \cdot \frac{d}{4} = \frac{U}{4}$$

~~ЗСЭ: $K_A - K_0 \neq A_{0A}$~~ ЗСЭ:

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$K_A + \cancel{A_{0A}} = K_0 + A_{0A}$$

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - q(U_0 - U_\infty)$$

$$mV_A^2 = mV_0^2 - 2q\left(\frac{U}{4} + \frac{3U}{2}\right)$$

$$V_A^2 = V_0^2 - 2\frac{q}{m}\left(\frac{U}{2} + \frac{6U}{2}\right)$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{q}{m} \cdot \frac{7U}{2}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{qU}{md}$

2) $K_1 - K_2 = qU$

3) $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{7qU}{2m}}$

- 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!

№4

Дано:

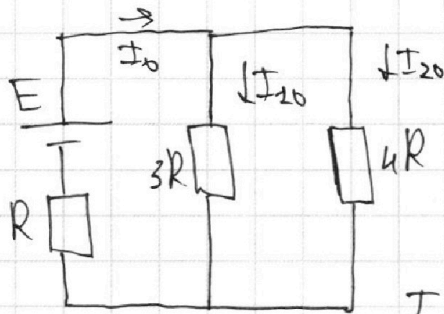
$E; R; 3R; 4R$

$3L; 2L; L$

Решение:

2) при разомкнутом ключе в установившемся режиме катушки эквивалентны перемычкам

- 1) $I_{10} - ?$
2) $\frac{dI_L}{dt} - ?$
3) $Q_{3R} - ?$



$$R_0 = R + \frac{3R \cdot 4R}{3R + 4R}$$

$$= R + \frac{12R}{7} = \frac{19}{7} R$$

$$I_0 = \frac{E}{R_0} - \text{с. тока}$$

$$I_0 = \frac{7E}{19R} \Rightarrow U_{3R} = I_0 \cdot \frac{12R}{7} = \frac{7E}{19R} \cdot \frac{12R}{7} = \frac{12}{19} E = 3R \cdot I_{20}$$

$$I_{20} = \frac{4E}{19R}$$

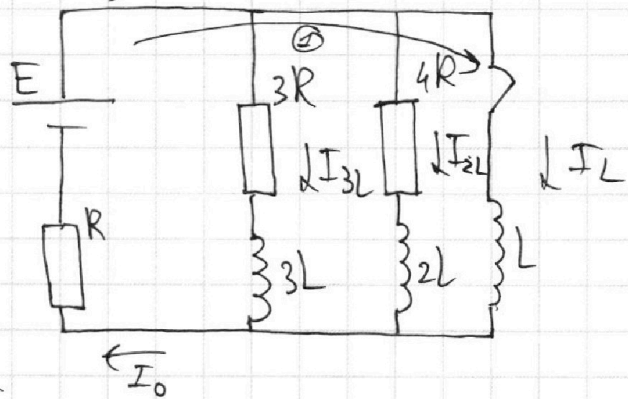
2) после замыкания ключа ток в катушках не может измениться мгновенно =>

=> сразу после замыкания ключа общий ток в цепи равен $I_0 = \frac{7E}{19R}$

по 2 правому Кирхгофу для контура ① $E - L \frac{dI_L}{dt} = I_0 R$

$$L \frac{dI_L}{dt} = E - I_0 R \Rightarrow \frac{dI_L}{dt} = \frac{E - I_0 R}{L} =$$

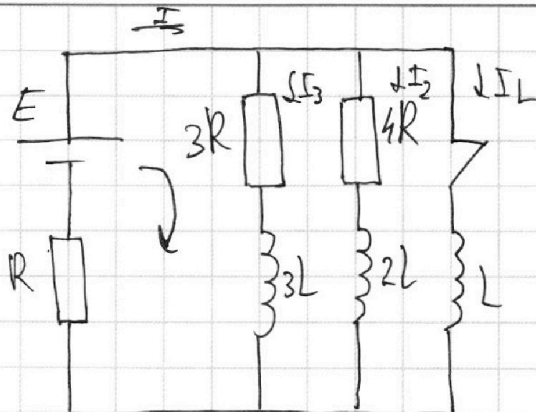
$$= \frac{E - \frac{7E}{19R} \cdot R}{L} = \frac{19E - 7E}{19L} = \frac{12E}{19L}$$



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!

3) после замыкания ключа ток через катушку L начнет увеличиваться, токи через катушки $2L$ и $3L$ начнут уменьшаться;



~~$I = I_1 + I_2 + I_3$~~

~~$\frac{dI}{dt} = \frac{dI_1}{dt} + \frac{dI_2}{dt} + \frac{dI_3}{dt}$~~

~~$E + 3L \frac{dI_1}{dt} = 3RI_1 + RI$~~

~~$E + 2L \frac{dI_2}{dt} = 4RI_2 + RI$~~

~~$E - L \frac{dI_3}{dt} = RI$~~

~~$2E + 6L \frac{dI_1}{dt} = 6RI_1 + RI$~~

~~$3E + 6L \frac{dI_2}{dt} = 12RI_2 + 3RI$~~

~~$6E - 6L \frac{dI_3}{dt} = 6RI$~~

~~$11E - 6L \left(\frac{dI_1}{dt} - \frac{dI_2}{dt} - \frac{dI_3}{dt} \right) = 11RI + 6RI_1 + 12RI_2$~~

время затухания
емкост. резистора
из катушки

~~$\tau_{3L} = \frac{L}{R}$
 $\tau_{2L} = \frac{2L}{6R}$
 $\tau_{3L} = \frac{3L}{4R}$~~

в момент, когда I_L станет равным $\frac{E}{R}$ токи I_3 и I_2 станут равны 0 (будет ток только ток, вызванный самоиндукцией)

$I = I_L + I_2 + I_3 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dI_L}{dt} + \frac{dI_2}{dt} + \frac{dI_3}{dt}$

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!

$n = 5$

Дано:

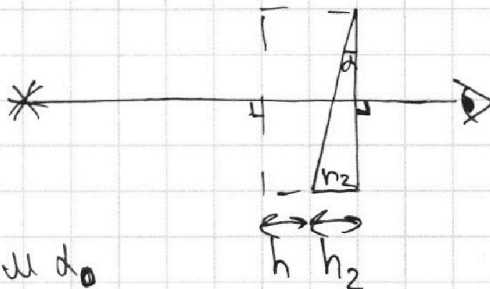
$n_B = 1$
 n_1, n_2

$\alpha = 90^\circ$
 $\alpha = 0,1 \text{ рад}$

$h = 1,4 \text{ м}$
 $h_2 \ll h$

Решение:

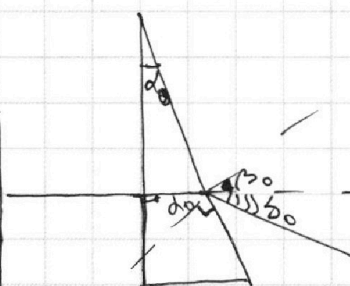
1) $n_2 = n_B = 1$
преломления в первой призме не происходит



в призме с малым углом α при вершине луч отклоняется на угол $\delta_0 = d_0(n_0 - 1)$

1) $n_2 = n_B = 1$
 $n_2 = 1,7$
 $\delta = ?$

2) $n_2 = n_B = 1$
 $n_2 = 1,7$
 $x_2 = ?$



$d_0 \cdot n = \beta_0$
 $\delta_0 = \beta_0 + d_0 - \beta_0 = d_0(n - 1)$

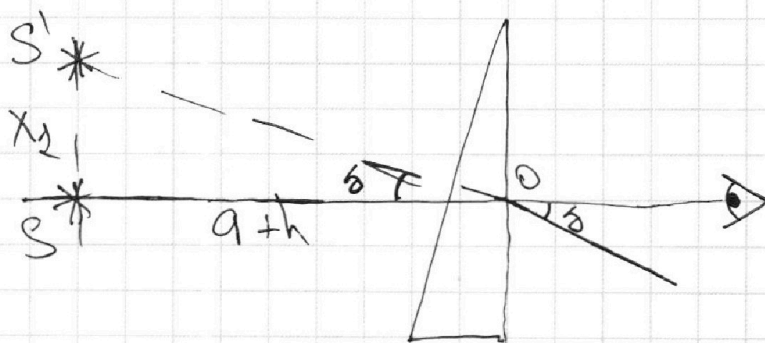
$n_2 = 1,4$
 $n_2 = 1,7$
 $x_2 = ?$

в системе d мал, $h_2 \ll h \Rightarrow$

$\Rightarrow \delta = \alpha(n_2 - 1) = \alpha(1,7 - 1) = 0,7\alpha =$

$= 0,7 \cdot 0,1 \text{ рад} = 0,07 \text{ рад} < \alpha \Rightarrow \delta$ - мал

2) при прохождении луча через призму с углом α при вершине луч отклоняется на угол $\delta \Rightarrow$



$\Rightarrow \angle S O S' = \delta$

$\text{tg } \delta = \frac{x_1}{a_1} \Rightarrow x_1 = a_1 \text{tg } \delta; \text{ так как } \delta \text{ мал } \Rightarrow \text{tg } \delta \approx \delta$

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

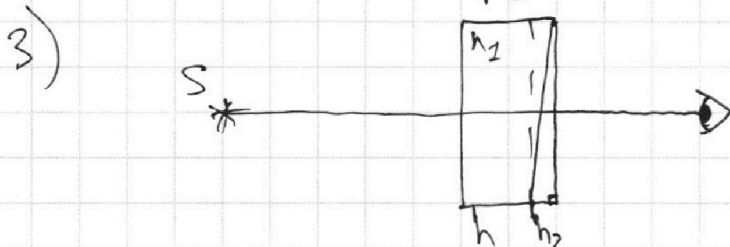
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\delta = 5$ - продолжение

$$X_1 = a_1 \pm g \delta; a_1 = a + h \Rightarrow X_1 = a \delta + h \delta = 90 \text{ см} \cdot 0,07 \text{ рад} + 14 \text{ см} \cdot 0,07 \text{ рад} = 6,3 \text{ см} + 0,98 \text{ см} = 7,28 \text{ см}$$

$$X_1 = a_1 \delta = 90 \text{ см} \cdot 0,07 \text{ рад} = 6,3 \text{ см}$$

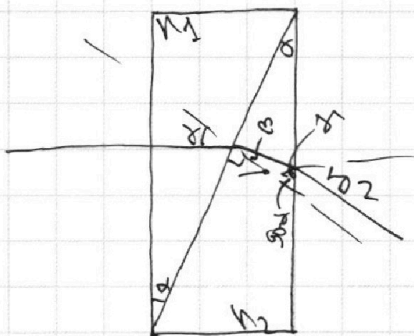


~~разделим призму на две призмы~~

разделим призму n_1 на две призмы параллельно к вершине толщиной h и призму с углом α при вершине

толщина параллельная пластинка эквивалентна слою воздуха толщиной $H = \frac{h}{n_2}$

рассмотрим две призмы:



2. Внутренняя: $n_2 \alpha = n_2 \beta$

$$\beta + 90^\circ - \alpha + 90^\circ + \delta_1 = 180^\circ - \text{сумма углов } \delta$$

$$\delta_1 = \alpha - \beta$$

3. Внешняя: $n_2(\alpha - \beta) = \delta_2$

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_2 = n_2 \alpha - n_2 \beta \\ n_1 \beta = n_2 \alpha \end{array} \right. \Rightarrow \delta_2 = \alpha(n_2 - n_1)$$

$$\angle SOS_2 = \delta_2 = \frac{X_2}{a - h + \frac{h}{n_2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow X_2 = \alpha(n_2 - n_1) \left(a - h + \frac{h}{n_2} \right) =$$

$$= 0,1 \text{ рад} (1,7 - 1,4) \left(90 \text{ см} - 14 \text{ см} \cdot \frac{1,4 - 1}{1,4} \right) = 2,58 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\delta = 0,07 \text{ рад}$ 2) $X_1 = 7,28 \text{ см}$; 3) $X_2 = 2,58 \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

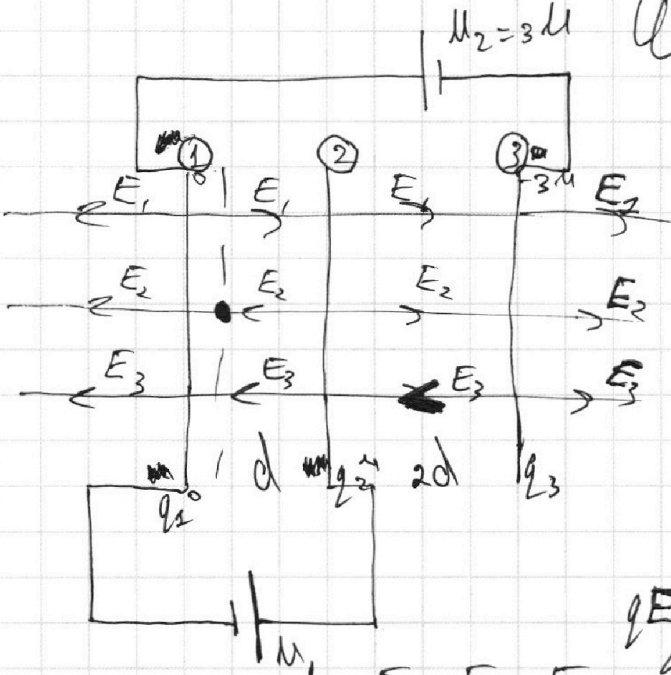
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



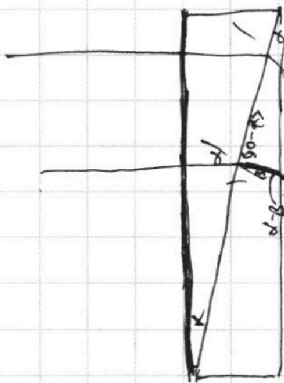
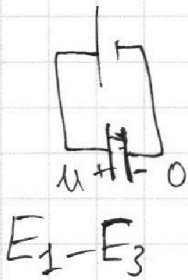
Черновик



$$\begin{aligned} (E_2 + E_3 - E_1)d &= U \\ (E_1 + E_2 - E_3)8d &= 8U \\ E_2 + E_3 - E_1 &= \frac{U}{d} \\ + E_2 - E_3 + E_1 &= \frac{U}{d} \\ 2E_2 &= \frac{2U}{d} \Rightarrow E_2 = \frac{U}{d} \end{aligned}$$

$$qE = am \Rightarrow a = \frac{qE_2}{m} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$$

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



$$\begin{aligned} 140 - 90 - \beta - \alpha &= 90 + \beta - \alpha \\ h^2 d^2 - h^2 \beta^2 &= \delta^2 \\ h^2 d^2 - h^2 \beta^2 &= \delta^2 \\ h^2 d^2 - h^2 \beta^2 &= \delta^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\times 14 \cdot \frac{7}{100} \\ &= \frac{7 \cdot 7}{50} = \frac{49}{50} = \frac{98}{100} \end{aligned}$$

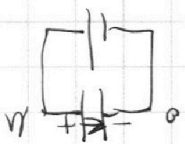
$$\begin{array}{r} \times 14 \\ 98 \\ \hline 1630 \\ 980 \\ \hline 728 \end{array}$$

$$\delta_1 = h(N_2 - N_1)$$

$$\delta_1 = \alpha N_2 - \alpha - \alpha N_1 + \alpha$$

$$0,1 \text{ rad} (1,7 - 1,4) = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03 \text{ rad}$$

$$(90 - 14 \cdot \frac{1,4 - 1}{1,4}) = (90 - 10 \cdot 0,4) = 86$$



$$\frac{m \cdot \omega}{m} = \frac{m \cdot \omega}{m} = \frac{m \cdot \omega}{m} = \frac{m \cdot \omega}{m}$$

$$\frac{86}{258} = \frac{m}{m} = \frac{m}{m} = \frac{m}{m}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$g \cdot \frac{5}{2} \frac{r_{\text{плн}}}{T_0} = 5k \cdot \frac{r_{\text{плн}}}{2} + 11 \frac{r_{\text{плн}}}{2} \quad \text{черк. 2345}$$

$$\frac{r}{T_0} = \frac{4}{45} \left(\frac{5k}{2} + 11 \right) \quad \frac{\text{мелль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot \frac{\text{Дат}}{\text{мелль}} = \frac{\text{Н. м}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} = \frac{k}{\text{м}^2 \cdot \text{Па}} \approx 1$$

$$5 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^8 + 22 = \frac{1}{2} \cdot 15 + \frac{44}{2} = \frac{15}{2} + \frac{44}{2}$$

$$= \frac{59}{2}$$

$$15 \cdot 4 \cdot 260$$

$$1500 \cdot 9 \cdot 4 \cdot 150 = 2600$$

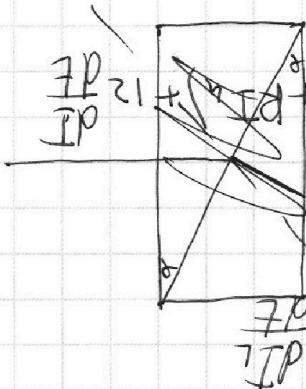
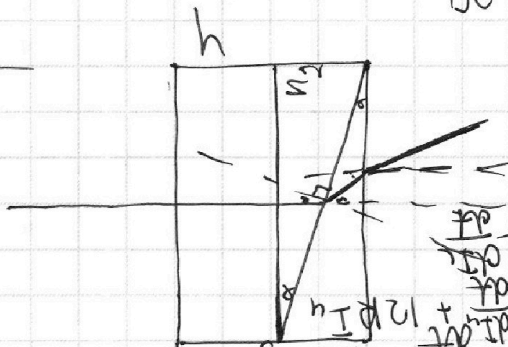
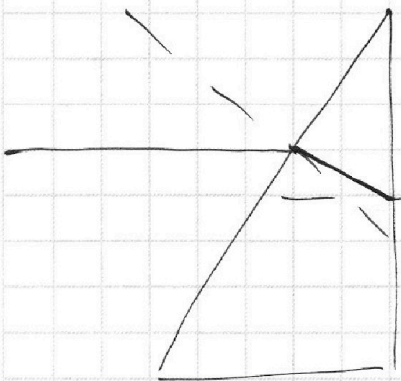
$$\begin{array}{r} 370 \\ \times 45 \\ \hline 185 \\ 57148 \\ \hline 1665 \quad | 60 \\ - 120 \quad | 277 \\ \hline 465 \\ - 420 \\ \hline 455 \end{array}$$

$$0,07 \cdot 90 = 0,7 \cdot 9$$

$$0,7 \cdot 9 = 6,3$$

$$6300 \cdot 7$$

$$190$$



$$I = I_3 + I_4 + I_2$$

$$\frac{dT}{dT} = \frac{dI_3}{dT} + \frac{dI_4}{dT} + \frac{dI_2}{dT}$$

$$E - 3I \frac{dI_3}{dT} = 3R I_3 + I R$$

$$E - I R = 3I \frac{dI_3}{dT} + 3R I_3$$

$$E - I R = 4I \frac{dI_4}{dT} + 4R I_4$$

$$E - I R = I \frac{dI_2}{dT}$$

$$4E - 4I R = 12I \frac{dI_3}{dT} + 12R I_3$$

$$3E - 3I R = 12I \frac{dI_4}{dT} + 12R I_4$$

$$12E - 12I R = 12I \frac{dI_2}{dT}$$

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!

$$E - L \frac{dI_L}{dt} = IR$$

$$R \cdot k_{11} = \frac{B}{k_{12}} \cdot k_{21} = B \cdot c \quad \text{Упробем}$$

$$E t - L I_L = R q$$

$$\Gamma_{11} \cdot \frac{A}{c} \cdot c = B \cdot c$$

~~$$3R I_3$$~~

$$3L \frac{dI_3}{dt} - 2L \frac{dI_2}{dt} = -3R I_3 + I_2 \cdot 4R$$

~~$$E t = R q + L I_L$$~~
~~$$E t = R q + L \frac{E}{R}$$~~

$$E t = R q + L I_L$$

~~$$E t = R q + L I_L$$~~

~~$$3R I_3 L$$~~

$$3L \frac{dI_3}{dt} - L \frac{dI_2}{dt} = 3I_3 R$$

~~$$\frac{\Gamma_{11}}{k_{12}} = \frac{\Gamma_{21} \cdot c}{A \cdot c}$$~~

$$3L I_{3L} - L I_L = 3q_3 R$$

~~$$\frac{\Gamma_{11}}{B} = \Gamma_{11} \cdot \frac{\Gamma_{21}}{B}$$~~

$$3L \frac{dI_3}{dt} + E = IR + 3R I_3$$

$$3L I_{3L} + E t = R q + 3R q_3$$

$$= \frac{\Gamma_{11} \cdot A}{B} = \frac{c \cdot \Gamma_{21} \cdot A}{c \cdot B} = c$$

$$3L I_{3L} + R q + L I_L = R q + 3R q_3$$

$$3L I_{3L} = 3R q_3 \Rightarrow I_{3L} = \frac{I_{3L}}{R}$$

$$\gamma = \frac{L}{R}$$

$$3L I_{3L} = 3R q_3$$

$$\gamma = \frac{2L}{5R}$$

$$3L I_{3L} = L \cdot \frac{E}{R} + 3R q_3$$

$$\gamma = \frac{3L}{4R}$$

$$3R q_3 =$$

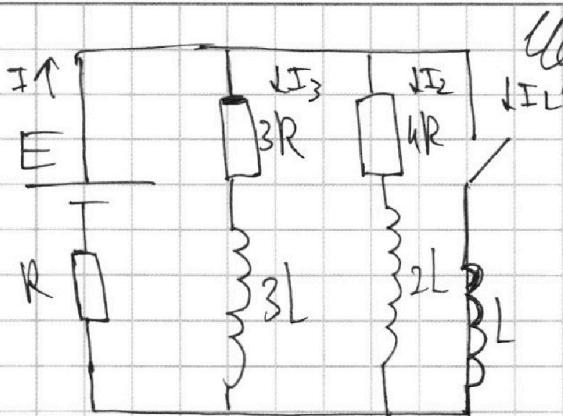
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\begin{cases} E - L \frac{dI_L}{dt} = IR \\ E - 2L \frac{dI_2}{dt} = 4I_2R + IR \\ E - 3L \frac{dI_3}{dt} = 3I_3R + IR \end{cases}$$

$$I_{\text{out}} = I_3 + I_2 + I_L$$

$$19E - 19IR = 12R(I_3 + I_{\text{out}}) + 12 \frac{dI}{dt}$$

$$19E - 19IR = 12IR - 12I_L R + 12 \frac{dI}{dt}$$

$$19E - 31IR = 12 \frac{dI}{dt} - 12RI$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{dq_3}{dt} + \frac{dq_2}{dt} + \frac{dq_1}{dt}$$

$$E dt - L dI_L = IR dt$$

$$E t - 2L(I_2 - 0) = 4Rq_2 + q_0 R$$

$$E t - L(I_L - 0) = q_0 R$$

$$E t - 3L(I_3 - 0) = 3Rq_3 + q_0 R$$

$$E t - LI_L = q_0 R$$

$$6E t - 6LI_L = 6q_0 R$$

$$E t - 2LI_2 = 4Rq_2 + q_0 R$$

$$3E t - 6LI_2 = 12Rq_2 + 3q_0 R$$

$$E t - 3LI_3 = 3Rq_3 + q_0 R$$

$$2E t - 6LI_3 = 6Rq_3 + 2q_0 R$$

$$I_2 + I_3 + I_L = I = \frac{q}{R}$$

$$q_2 + q_3 + q_1 = q_0$$

$$11E t - 6L \cdot \frac{E}{R} = 12Rq_2 + 12Rq_3 + 6Rq_1$$

$$Lq_L = E \frac{t^2}{2} - q_0 R t$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

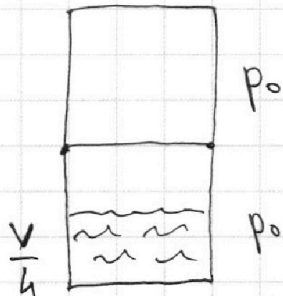
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



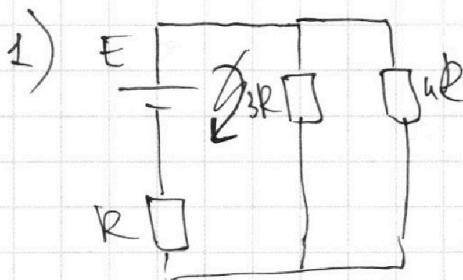
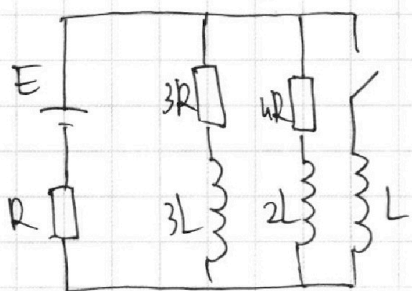
Черновик



$$\Delta \bar{v} = k p_0 \omega; \Delta \bar{v}_p = k p_0 \frac{V}{4} = k \frac{p_0 V}{4}$$

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

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \bar{v}_{\cos} R T_0 \Rightarrow \frac{\bar{v}_{\cos}}{\bar{v}} = 2$$



$$\frac{4R \cdot 3R}{7R} = \frac{12R}{7}$$

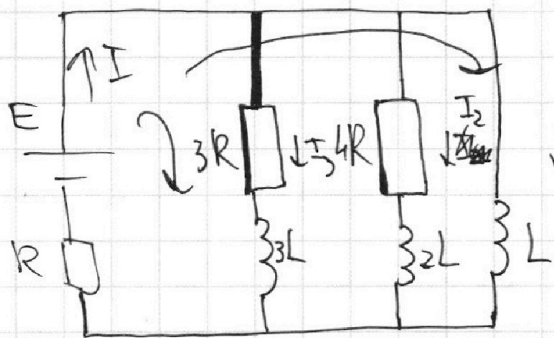
$$\frac{12R}{7} + R = \frac{19R}{7}$$

$$I_0 = \frac{7E}{19R}$$

$$U = E - \frac{7E}{19R} \cdot R = \frac{12E}{19}$$

$$\frac{12E}{19} : 3R = \frac{4E}{19R}$$

$$Et - Q_R R = L I_L$$



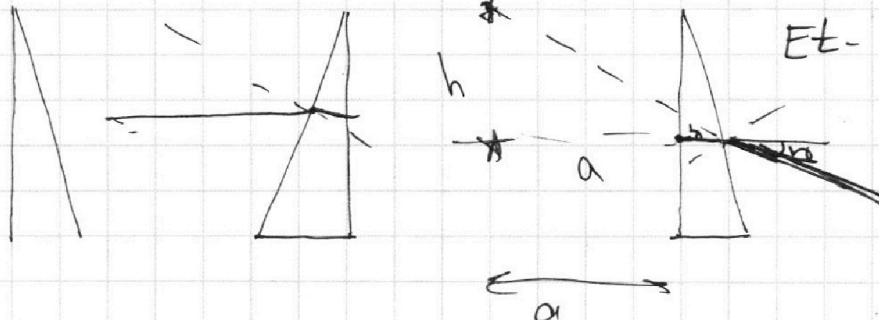
$$E - L \frac{dI_L}{dt} = IR$$

$$E - IR = L \frac{dI_L}{dt} \Rightarrow IR = E - L \frac{dI_L}{dt}$$

$$E - 3IR = 3L \frac{dI_3}{dt} + 3RI_3$$

$$E - 3E + 3L \frac{dI_L}{dt} = 3RI_3 + 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$-2Edt - 3RI_3 dt = 3L dI_3 - 3L dI_L$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



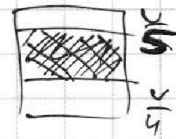
Черновик

$$p_0 \cdot \frac{U}{2} = \nu_1 RT_0$$

$$p_0 \cdot \frac{U}{5} = \nu_2 RT$$

$$p_0 \cdot \frac{U}{4} = \nu_2 RT_0$$

$$p_2 \cdot U_2 = (\nu_2 + \Delta \nu) RT$$



$$U_2 = U - \frac{U}{5} - \frac{U}{4} = \frac{20U}{20} - \frac{4U}{20} - \frac{5U}{20} = \frac{11U}{20}$$

$$p = p_2 + p_{\text{нп}}$$

$$\frac{12,5 - 10}{5} = \frac{2,5}{5} = 0,5 \frac{4 \cdot 0,25}{c^2} < a < 0,5 \frac{4 \cdot 0,25}{c^2}$$

$$\frac{5}{5} = \frac{1}{1} = 0,25$$

$$F_k = a V k$$

$$d = \frac{F_k}{V k}$$

$$p_2 = \frac{20 RT (\nu_2 + \Delta \nu)}{11 V}$$

$$F_T - a \Delta S = a m$$

$$F_T = \nu \cdot \frac{F_k}{V k} + a m$$

$$p_2 \cdot \frac{11V}{20} = \nu_2 RT + \Delta \nu RT$$

$$\frac{p_0}{5T} = \frac{p}{11T}$$

$$p = \frac{2}{5} p_0 \cdot \frac{T_0}{T}$$

$$p = p_{\text{нп}} + p_2$$

$$\frac{2}{5} p_0 \cdot \frac{T_0}{T} = p_{\text{нп}} + \frac{20 RT \nu_2}{11 V} + \frac{20 RT \Delta \nu}{11 V}$$

$$\frac{2}{5} p_0 \cdot \frac{T_0}{T} = p_{\text{нп}} +$$

$$p = p_{\text{нп}} + \frac{2}{11} p + \frac{20 \Delta \nu RT}{11 V}$$

$$\frac{9}{11} p = p_{\text{нп}} + 20 \cdot \frac{4 \rho_0 V \cdot RT}{11 V} \cdot \frac{1}{11}$$

$$9 p = 11 p_{\text{нп}} + 5 k \rho_0 RT$$

$$p_0 = \frac{p_{\text{нп}}}{2}$$

$$\frac{9 p_{\text{нп}}}{2} \cdot \frac{2}{5} p_0 \cdot \frac{T_0}{T} = 11 p_{\text{нп}} + 5 k \frac{p_{\text{нп}}}{2} RT$$

$$\frac{9}{5} p_{\text{нп}} \cdot \frac{T_0}{T} = 11 p_{\text{нп}} + 5 k \frac{p_{\text{нп}}}{2} RT$$

