

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

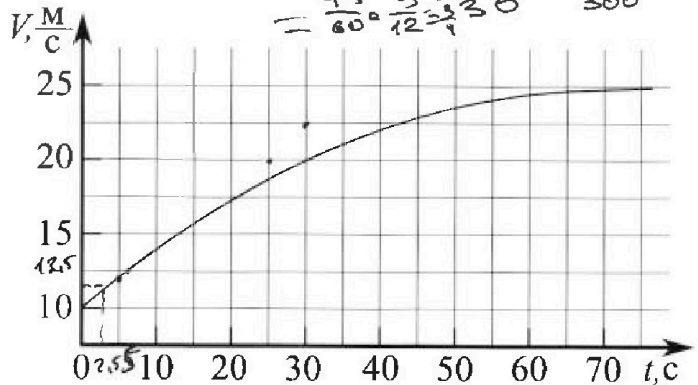
Вариант 11-03

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

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12,5}{6} = \frac{12}{5}$$

$$= \frac{45}{60} = \frac{3}{4} = \frac{22,5}{30} = \frac{225}{300} e$$

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?

Треб умая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

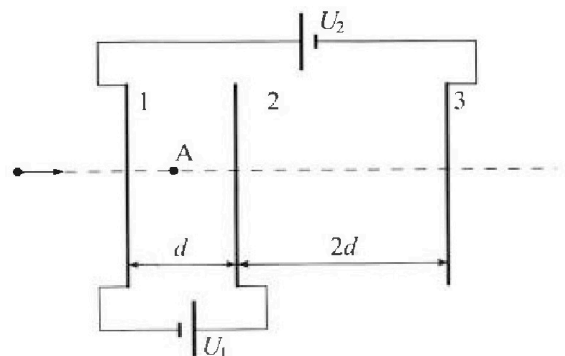
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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

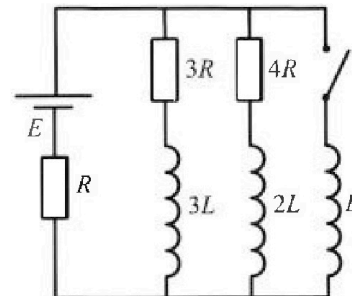
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



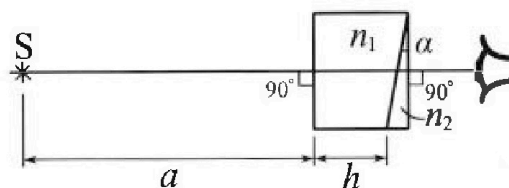
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



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.

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!

Дано:

$m = 1500 \text{ кг}$
 $F_k = 600 \text{ Н}$

1) $a_0 = ?$

2) $F_0 = ?$

3) $P_0 = ?$

№ 1.

1) $a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ Рассмотрим точки $(v; t)$
из графика $(12,5; 6)$ $(12; 5)$

$a_{01} = \frac{12,5 - 10}{6} = \frac{2,5}{6} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12} \approx 0,42$

~~$a_{02} = \frac{12 - 10}{5} = \frac{2}{5} = 0,4$~~

от. 1го 2: $a_{03} = \frac{12,5 - 12}{6 - 5} = \frac{0,5}{1} = 0,5$

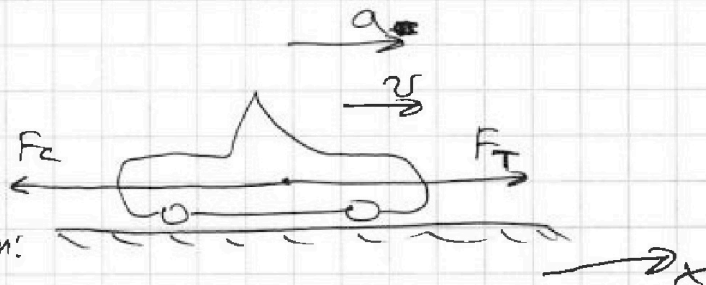
Из графика видно, что ~~какая~~ тангенс угла между касательной и графиком чуть меньше $0,5$, значит приблизительно ускорение равно $0,45$

$a_0 \approx 0,45 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) 2ЗК: $\vec{F}_T + \vec{F}_c = m\vec{a}$

$\vec{F}_T - k\vec{v} = m\vec{a}$

$F_T - k v = m a$



В конечный момент:

$a = 0$

$F_T = F_k$, $v = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (из графика)

$F_k = k v \rightarrow k = \frac{F_k}{v}$

В нач. момент: $F_T = F_0$, $a = a_0$, $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$F_0 = m a_0 + k v_0 = m a_0 + \frac{F_k}{v} \cdot v_0 = 1500 \cdot 0,45 + \frac{600}{25} \cdot 10 = 675 + 240 = 915 \text{ Н}$

3) $P_0 = F_0 \cdot v_0 = 915 \cdot 10 = 9150 \text{ Вт}$
смысл 9

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

 МФТИ



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!

Ответ: 1) $a_0 = 945 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $F_0 = 915 \text{ Н}$

3) $P_0 = 2284,5 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$

$$T = 373 \text{ K}$$

$$\Delta d = k p w$$

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

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

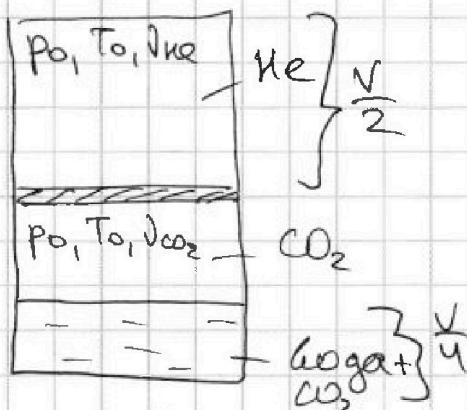
Найти:

$$1) \frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{CO}_2}} = ?$$

$$2) \frac{T}{T_0} = ?$$

Р2.

1) Рассмотрим сосуд до нагревания



Уравн-ие Менделеева-Клапейрона для:

$$1) \text{ helium: } p_0 \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} R T_0 \quad (1)$$

$$2) \text{ угл. газа: } p_0 \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{CO}_2} R T_0 \quad (2)$$

Поделим эти два соотношения:

$$\frac{1}{2} p_0 V = \nu_{\text{He}} R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_{\text{CO}_2} R T_0$$

$$\rightarrow \frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{CO}_2}} = 2$$

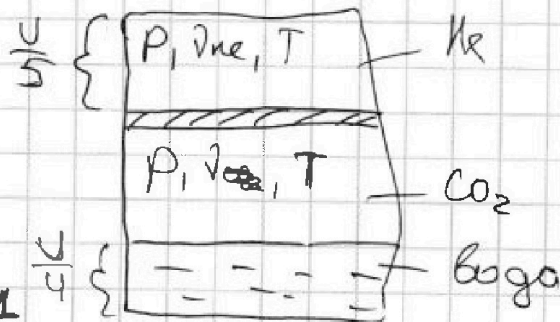
2) $\nu_{\text{CO}_2} = \nu + \Delta \nu$ ν - кол-во вещества углекислого газа в начале нагревания, а $\Delta \nu$ - кол-во вещества, растворенное в воде в начале.

Уравн-ие Менделеева Клапейрона для газа в конце:

$$p \frac{V}{5} = \nu_{\text{He}} R T \quad (3)$$

$$\frac{(1)}{(3)} = \frac{\frac{1}{2} p_0 V = \nu_{\text{He}} R T_0}{\frac{1}{5} p V = \nu_{\text{He}} R T}$$

$$\frac{(1)}{(3)} = \frac{\frac{1}{2} p_0 V = \nu_{\text{He}} R T_0}{\frac{1}{5} p V = \nu_{\text{He}} R T}$$



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

МФТИ

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



$$\frac{5}{2} \frac{p_0}{p} = \frac{T_0}{T} \Rightarrow \boxed{\frac{2}{5} \frac{p}{p_0} = \frac{T}{T_0}} \quad (1)$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для CO_2 в конце:

$$p(V - \frac{1}{5} - \frac{1}{4}) = \nu R T, \quad \nu = \nu_{\text{CO}_2} + \Delta \nu$$

$$\Delta \nu = p_0 k \cdot \frac{1}{4} V$$

$$p \frac{11V}{20} = (\nu_{\text{CO}_2} + p_0 k \frac{1}{4} V) R T \rightarrow \frac{11}{20} p V = \nu R T \quad (**)$$

$$\frac{11}{20} p V = \nu_{\text{CO}_2} R T + \frac{1}{4} p_0 V k R T \quad \text{из (2):}$$

$$\frac{1}{4} p_0 V = \nu_{\text{CO}_2} R T_0$$

$$\frac{1}{4} p_0 V = \nu R T_0 - \Delta \nu R T_0$$

$$\Delta \nu = p_0 \cdot k \cdot \frac{1}{4} V$$

$$\frac{1}{4} p_0 V = \nu R T_0 - \frac{1}{4} p_0 V k R T_0$$

$$\frac{1}{4} p_0 V (1 + k R T_0) = \nu R T_0 \quad (*)$$

Поделим (**) на (*)

$$\frac{\frac{11}{20} p V}{\frac{1}{4} p_0 V (1 + k R T_0)} = \frac{\nu R T}{\nu R T_0}$$

$$\frac{11}{5} p V = p_0 V (1 + k R T)$$

$$\boxed{\frac{p}{p_0} = \frac{(1 + k R T) \cdot 11}{5}}$$

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{(1 + k R T) \cdot 11}{5} = \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{11 p}{5 p_0 (1 + k R T_0)} = \frac{T}{T_0}$$

$$\Rightarrow \frac{11 p}{5 p_0 (1 + k R T_0)} = \frac{2 p}{5 p_0}$$

$$55 = 10(1 + k R T_0) \rightarrow 5,5 = 1 + k R T_0$$

$$k R T_0 = \frac{9}{2} \rightarrow T_0 = \frac{9}{2 k R}$$

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

Ответ: 1) $\frac{\nu_{\text{CO}_2}}{\nu_{\text{CO}_2}} = 2$ 2) $\frac{T}{T_0} = \frac{1}{3}$

стр. 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

МФТИ

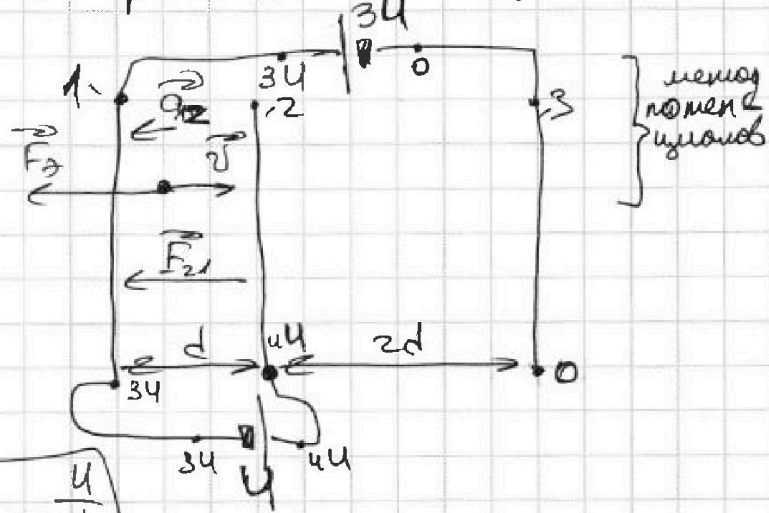
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$d, U, m, q > 0,$
 v_0

- 1) $q_2 = ?$
2) $K_1 - K_2 = ?$
3) $v_A = ?$

1) Рассмотрим механизмы:



$$\varphi_2 - \varphi_1 = E_{21} \cdot d \Rightarrow E_{21} = \frac{U}{d}$$

$$23K: \vec{F}_3 = m \vec{a}$$

$$E_{21} \cdot q = m a_{12}$$

$$a_{12} = \frac{F_{21} q}{m} = \frac{U q}{m d}$$

2) Закон об изменении мех. энергии от 1 до 2:

$$A_{F_3} = E_{K2} - K_1$$

$$A_{F_3} = -F_3 \cdot d = -E_{21} \cdot d \cdot q = -\frac{U}{d} \cdot d \cdot q = -Uq$$

$$K_1 - K_2 = Uq$$

3) Закон об изменении мех. энергии от 1 до A:

$$A_{F_3}^1 = K_A - K_1$$

$$-F_3 \cdot \frac{d}{4} = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$-q E_{21} \cdot \frac{d}{4} = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$-q \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{4} = \frac{1}{2} m v_A^2 - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow -\frac{1}{4} q U = \frac{1}{2} m v_A^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

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!

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

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

Ответ: 1) $a_{12} = \frac{Uq}{md}$

2) $k_1 - k_2 = Uq$

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

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!

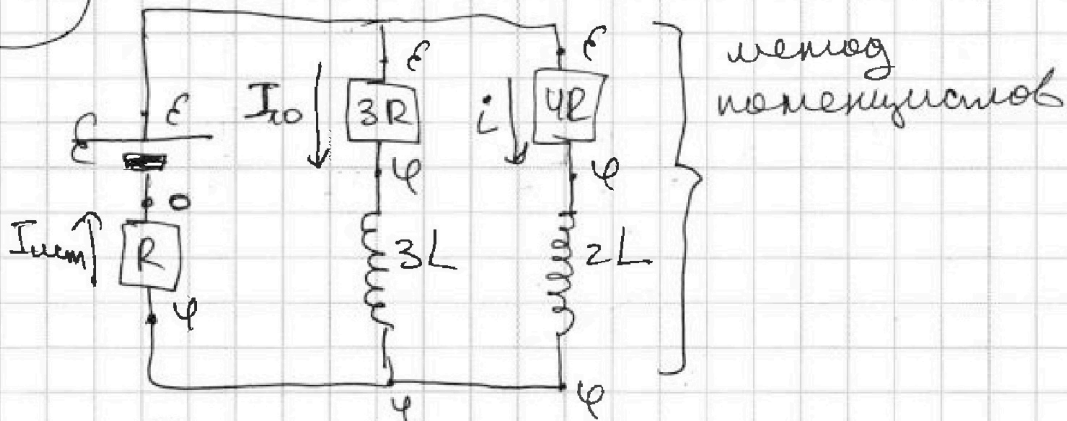
Найти:

1) $I_{10} = ?$

2) $I_L^1 = ?$

3) $q = ?$

и.
1) Рассматриваем цепь при разомкнутом ключе К. Установившееся состояние. На катушках осуществляется.



$$I_{10} + i = I_{\text{сум}}$$

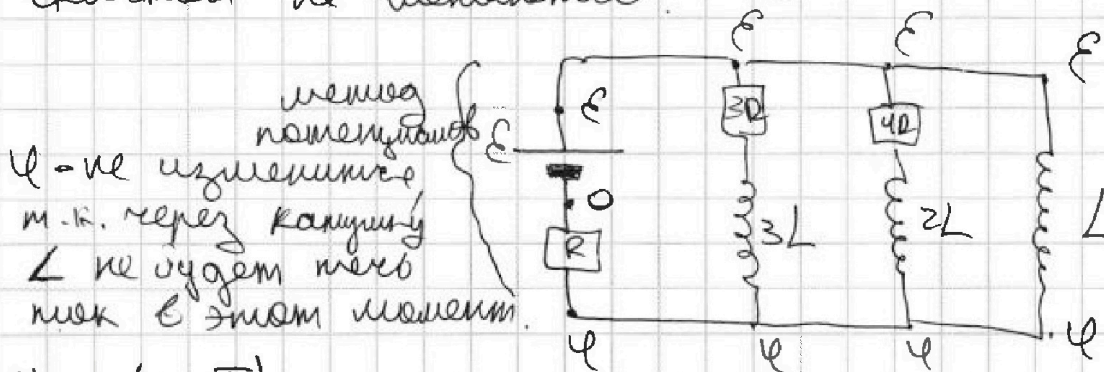
$$\frac{\epsilon - \varphi}{3R} + \frac{\epsilon - \varphi}{4R} = \frac{\varphi}{R} \quad | \cdot 12R$$

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

$$7\epsilon = 19\varphi \Rightarrow \varphi = \frac{7}{19}\epsilon$$

$$I_{10} = \frac{\epsilon - \varphi}{3R} = \frac{\epsilon - \frac{7}{19}\epsilon}{3R} = \frac{12}{19} \frac{\epsilon}{3R} = \frac{4\epsilon}{19R}$$

2) Рассматриваем цепь сразу после замыкания ключа К. Так через катушки скачком не меняются.



φ не изменилось м.к. через катушку L не идет ток в этот момент.

$$U_L = L \cdot I_L^1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

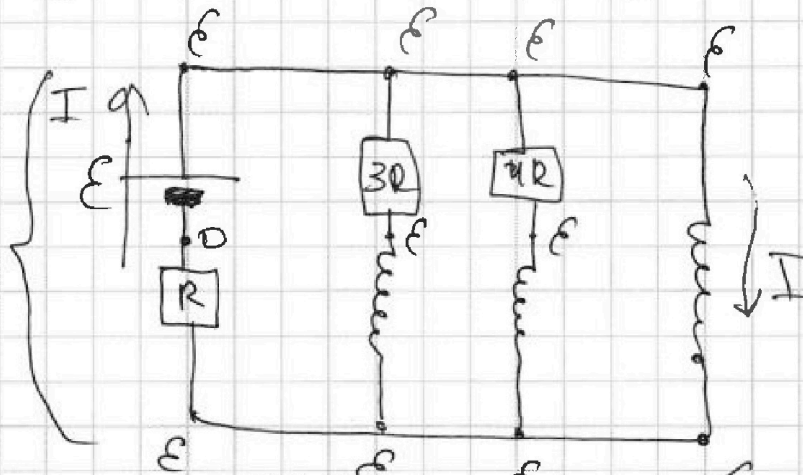
МФТИ

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

$$I_L' = \frac{U_L}{L} = \frac{\mathcal{E} - \varphi}{L} = \frac{12\mathcal{E}}{19L}$$

3) Рассмотрим цепь после зам. ключа К в уст. сост. Так ~~серед~~ напряжение на катушке отсутствует.

метод
поперечных

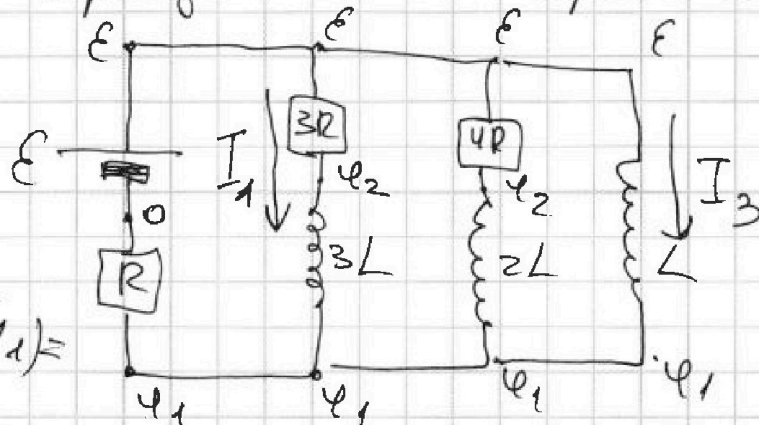


Вуст. состоянии тока через $3R$ и $4R$ нет.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \text{ — ток через } L \text{ в уст. сост.}$$

4) Рассмотрим процесс момент времени:

метод
поперечных



$$\mathcal{E} - \varphi_2 = I_1 3R$$

$$\mathcal{E} - \varphi_1 = (\mathcal{E} - \varphi_2) + (\varphi_2 - \varphi_1) = I_1 3R + 3L I_1'$$

$$\mathcal{E} - \varphi_1 = L \cdot I_3' \rightarrow L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} = I_1 3R + 3L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$L \Delta I_3 = I_1 3R \cdot \Delta t + 3L \cdot \Delta I_1 \quad (*)$$

стр 6

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!

Продумываем (*) от момента, когда сразу зашкварим до уст. сост.

$$\mathcal{L} \sum \Delta I_3 = \sum I_1 \cdot 3R \Delta t + \sum 3L \cdot \Delta I_1$$

$$\mathcal{L} \sum \Delta I_3 = 3R \sum \Delta q + 3L \sum \Delta I_1$$

$$\mathcal{L} \left(0 - \frac{4\epsilon}{19R} \right) = 3R \cdot q + 3L \left(- \right)$$

$$\mathcal{L} (I - 0) = 3R q + 3L \left(0 - \frac{4\epsilon}{19R} \right)$$

$$\mathcal{L} \cdot \frac{\epsilon}{R} = 3R q + 3L \cdot \left(- \frac{4\epsilon}{19R} \right)$$

$$3R q = \frac{\mathcal{L} \epsilon}{R} + \frac{12 \mathcal{L} \epsilon}{19R} = \frac{31 \mathcal{L} \epsilon}{19R}$$

$$q = \frac{31 \mathcal{L} \epsilon}{19R \cdot 3R} = \frac{31 \mathcal{L} \epsilon}{57R^2}$$

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

2) $I_2 = \frac{12\epsilon}{19L}$

3) $q = \frac{31 \mathcal{L} \epsilon}{57R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

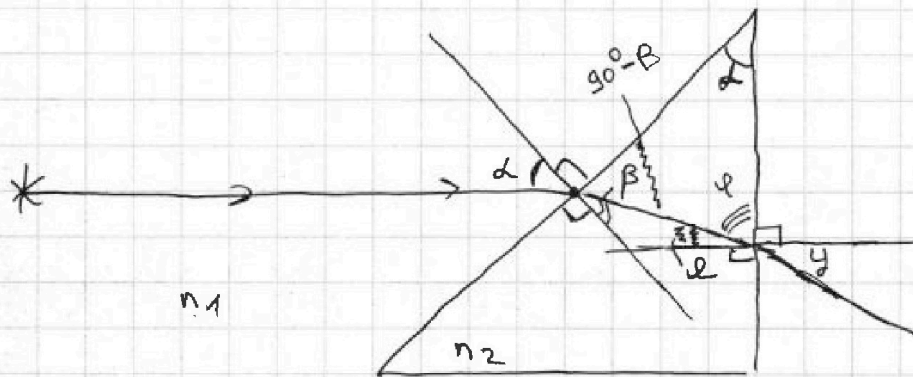
1 2 3 4 5 6 7



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

NS.

1) Пусть $n_1 = n_3 = 1$, $n_2 = 1,7$



$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$, т.к. α и β — малые, $n_1 \sin \alpha \approx \alpha$ и $n_2 \sin \beta \approx \beta$

$1 \cdot \alpha = 1,7 \beta \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{1,7}$

2) $\varphi = 180^\circ - 90^\circ + \beta - \alpha = 90^\circ + \beta - \alpha$
 $l = 90^\circ - \varphi = \alpha - \beta$

$n_2 \sin l = n_1 \sin \gamma$, γ — маленький угол

$n_2 l = n_1 \gamma$

$1,7 \cdot (\alpha - \beta) = \gamma$

$\gamma = 1,7 \cdot \left(\frac{1,7\alpha}{1,7} - \frac{\alpha}{1,7} \right) = 0,7\alpha = 0,07 \text{ рад}$

3) Пусть $n_1 = n_3 = 1$, $n_2 = 1,7$.

~~$\frac{1}{F} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{1,7}$~~

~~$\frac{1}{F} =$~~

Ответ: 1) $\gamma = 0,7\alpha = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$\psi_2 - \psi_1$$

$$I_{3L} \cdot 3L = I_{2L} \cdot 2L$$

$$\Delta q_{3L} \cdot 3 = \Delta q_{2L} \cdot 2 \quad I \downarrow$$

$$\frac{\Delta I_{3L}}{\Delta I_{2L}} = \frac{2}{3}$$

$$q_1 + q_2 + q^*$$

$$(\epsilon - \psi_2) + (\psi_2 - \psi_1) = \epsilon - \psi_1$$

~~$$I_{2L} \cdot 4R$$~~

$$I_2 \cdot 4R + 2L \cdot I_2' = q L I_3'$$

$$I_2 \cdot 4R + 2L \Delta I_2 = L \Delta I_3$$

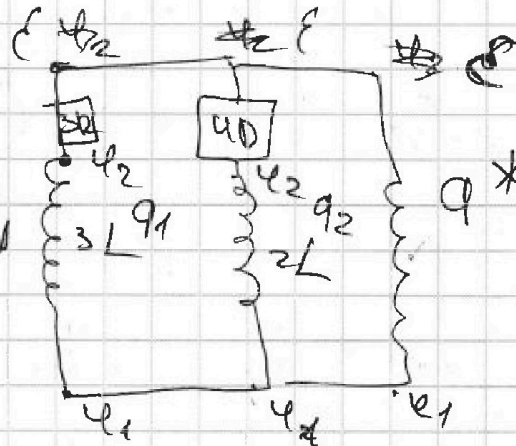
~~$$I_2$$~~
$$\Delta I_2 = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$\begin{array}{r} 19 \\ \times 3 \\ \hline 57 \end{array}$$

~~$$I_2$$~~

$$\begin{array}{r} 19 \\ + 12 \\ \hline 31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 915 \\ \times 2,5 \\ \hline 4575 \\ 1830 \\ \hline 22875 \\ 1 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

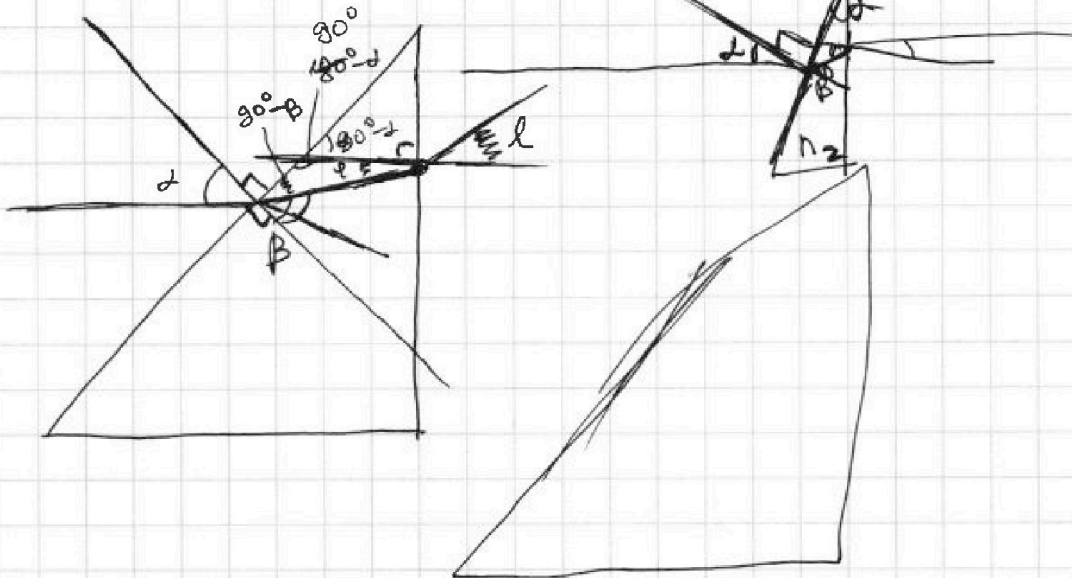
МФТИ

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

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

$$\begin{aligned} \varphi &= 180^\circ - (90^\circ - \beta) - (180^\circ - \alpha) = \\ &= 180^\circ - 90^\circ + \beta - 180^\circ + \alpha = \\ &= \alpha + \beta \end{aligned}$$

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



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

$$1.7 \sin \alpha = 1.7 \sin \beta \quad \beta = \frac{\alpha}{1.7}$$

$$n_2 \sin(\alpha + \beta) = n_1 \sin \varphi$$

$$1.7 \cdot (\alpha + \beta) = \varphi$$

$$\varphi = 1.7 \cdot \left(\alpha + \frac{\alpha}{1.7} \right) = \frac{1.7(2.7\alpha)}{1.7} = 2.7\alpha$$

$$\begin{array}{r} 0.45 \\ \times 1500 \\ \hline 22500 \\ 45 \\ \hline 67500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6000 \quad | \quad 25 \\ 50 \quad | \quad 240 \\ \hline 200 \\ 200 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ + 675 \\ \hline 915 \end{array}$$

$$N_2 \frac{A}{\Delta t} = \frac{FS \cos \alpha}{\Delta t} = F_{\Delta t}$$

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!

$$\begin{array}{r} 12,5 \overline{) 6} \\ 12,5 \overline{) 2,08} \\ \underline{05} \\ 20 \\ \underline{50} \\ 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \overline{) 5} \\ 10 \overline{) 2,1} \\ \underline{20} \\ 20 \\ \underline{0} \end{array}$$

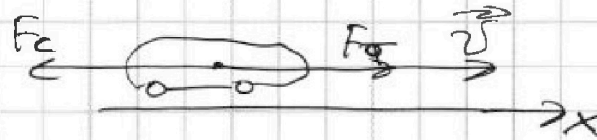
$$\frac{12,5 - 10}{6} = \frac{2,5}{6} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12}$$

$$\begin{array}{r} 5 \overline{) 12} \\ 10 \overline{) 41} \\ \underline{50} \\ 8 \\ \underline{20} \\ 12 \\ \underline{8} \end{array}$$

$$\frac{12 - 10}{5} = \frac{2}{5} = 0,2$$

$$\frac{11,25 - 10}{2,5} = \frac{1,25}{2,5} = \frac{125}{250} = \frac{1}{2} = 0,5$$

\vec{a}



$$\vec{F}_0 + \vec{F}_T = m\vec{a}$$

$$-k\vec{v} + \vec{F}_T = m\vec{a}$$

$$F_{Tx} - k v_x = m a_x$$

$$F_{Tx} - k v_x = \frac{m \Delta v_x}{\Delta t}$$

$$F_{Tx} \Delta t - k v_x \Delta t = m \Delta v_x$$

$$F_{Tx} \Delta t - k \Delta x = m \Delta v_x$$

$$F_0 - k v = m a_0$$

$$F_0 = k v + m a_0$$

$$P = F_0 v$$

$$P = \frac{F_0}{\Delta t}$$

$$F_k - k v = 0$$

$$F_k = k v \quad k = \frac{F_k}{v}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

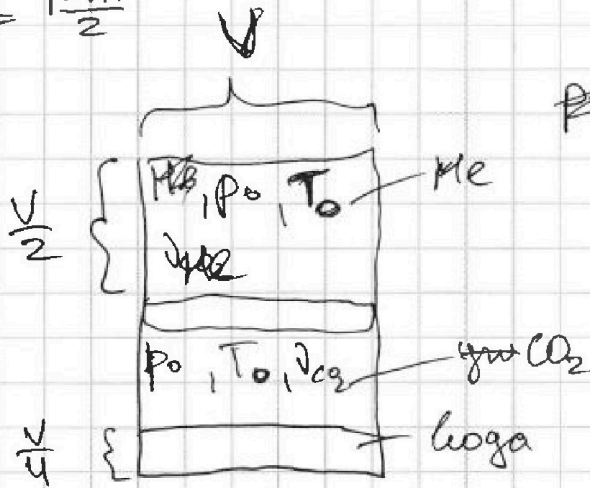
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 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!

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$



$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} R T_0$$

$$\nu_{\text{He}} = \frac{p_0 \frac{V}{2}}{R T_0} = \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{2 R T_0}$$

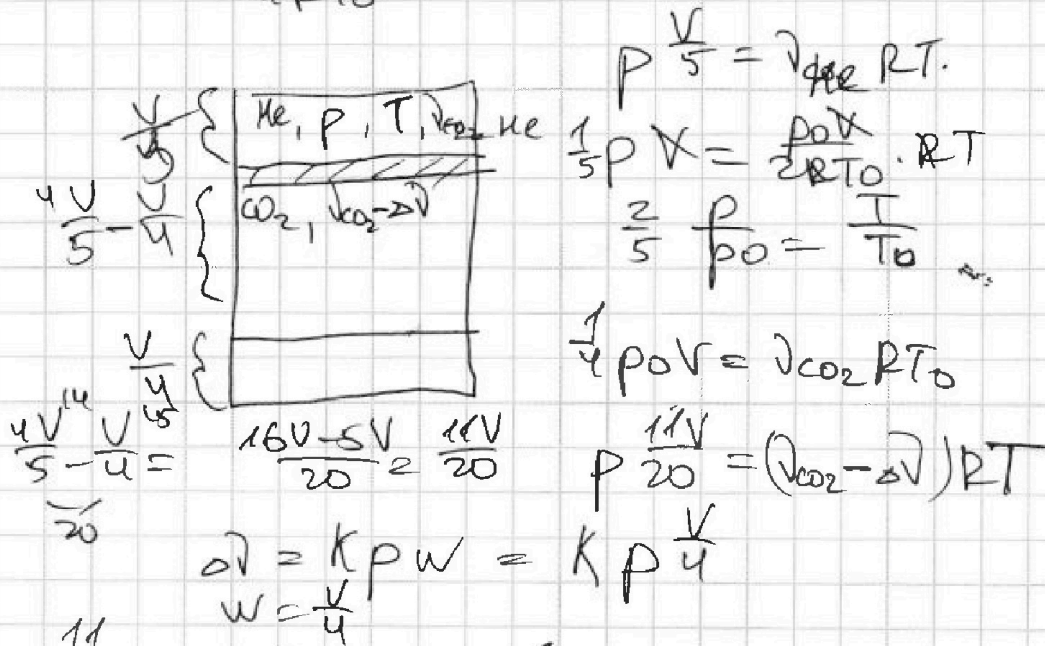
$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{\text{CO}_2} R T_0$$

$$p_0 \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{CO}_2} R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_{\text{CO}_2} R T_0$$

$$\nu_{\text{CO}_2} = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{CO}_2}} = \frac{\frac{p_0 V}{2 R T_0}}{\frac{p_0 V}{4 R T_0}} = 2$$



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

$$\frac{1}{5} p V = \frac{p_0 V}{2 R T_0} \cdot R T$$

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

$$\frac{1}{4} p_0 V = \nu_{\text{CO}_2} R T_0$$

$$p \frac{11V}{20} = (\nu_{\text{CO}_2} - \Delta \nu) R T$$

$$\Delta \nu = k p w = k p \frac{V}{4}$$

$$w = \frac{V}{4}$$

$$\frac{11}{20} p V = \nu_{\text{CO}_2} R T - \frac{1}{4} k p V R T$$

$$p V \left(\frac{11}{20} + \frac{1}{4} k R T \right) = \nu_{\text{CO}_2} R T = \frac{p_0 V}{4 R T_0} \cdot R T \cdot 4$$

$$p \left(\frac{11}{5} + k R T \right) = p_0 \frac{T}{T_0}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\frac{2}{5} p_0 = \frac{I}{T_0}$$

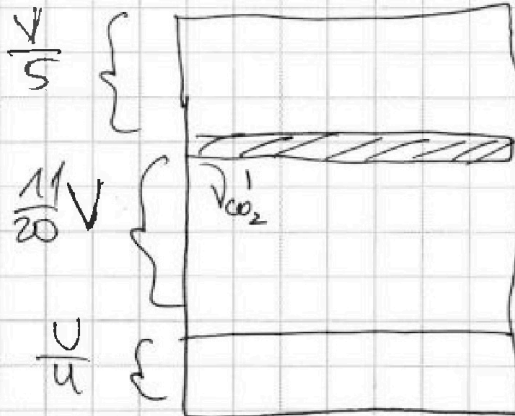
$$p = \frac{p_0 I}{T_0 \left(\frac{11}{5} + KRT \right)} \quad p_0 = \frac{I}{T_0 \left(\frac{11}{5} + KRT \right)}$$

$$\frac{2}{5} \frac{I}{T_0 \left(\frac{11}{5} + KRT \right)} = \frac{I}{T_0} \cdot 1$$

$$\frac{2}{5} = \frac{11}{5} + KRT = \frac{11}{5} + 0 \cdot \frac{1}{2 \cdot 10^3} \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{11}{5} + 2 =$$

$$v_{CO_2} = v + \Delta v_1$$

$$v'_{CO_2} = v + \Delta v_2$$



$$\frac{1}{4} p_0 V = v_{CO_2} RT_0$$

$$\frac{1}{4} p_0 V = (v + \Delta v_1) RT_0$$

$$\frac{1}{4} p_0 V = (v + \frac{1}{4} K V p_0) RT_0$$

$$\frac{1}{4} p_0 V = v RT_0 + \frac{1}{4} K p_0 V RT_0$$

$$\frac{1}{4} p_0 V (1 + KRT_0) = v RT_0$$

$$p_0 \frac{11}{20} V = v RT$$

$$\frac{\frac{11}{20} p_0 V}{\frac{1}{4} p_0 V (1 + KRT_0)} = \frac{T}{T_0} = \frac{2R}{5 p_0}$$

$$\frac{11}{42} = \frac{1}{5} (1 + KRT_0)$$

$$\frac{11}{2} - 1 = KRT_0 \quad T_0 = \frac{9}{2KR}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{T 2KR}{9} = \frac{2KR T}{9}$$

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!



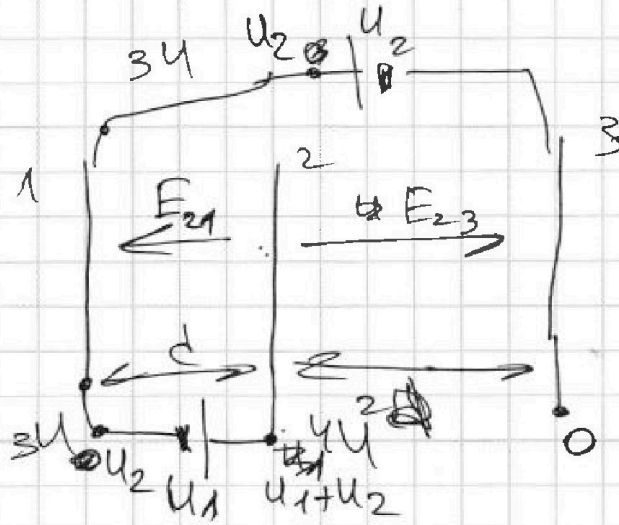
Меню 1 и 2

$$U_1 + U_2 - U_2 = E_{21} \cdot d$$

$$U_1 = E_{21} \cdot d \quad \left[E_{21} = \frac{U_1}{d} \right]$$

$$U_1 + U_2 = E_{23} \cdot 2d$$

$$\left[E_{23} = \frac{U_1 + U_2}{2d} \right]$$



$$\vec{F}_3$$

$$F_3 = ma$$

$$E_{21} \cdot q = ma$$

$$\left[a = E_{21} \frac{q}{m} \right]$$

~~W~~

$$W = A_{F_3} = E_{k2} - E_{k1} = -(E_{k1} - E_{k2})$$

~~W~~

$$A_{F_3} = U_1 \cdot d$$

$$A_{F_3} = E_{k2} - E_{k1}$$

$$U_1 \cdot d = W$$