

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

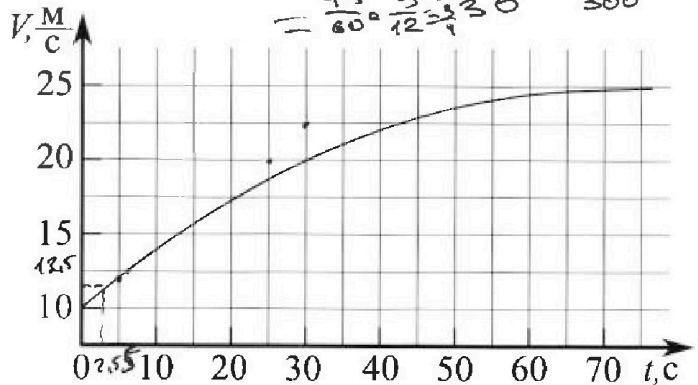
## Вариант 11-03

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 уемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

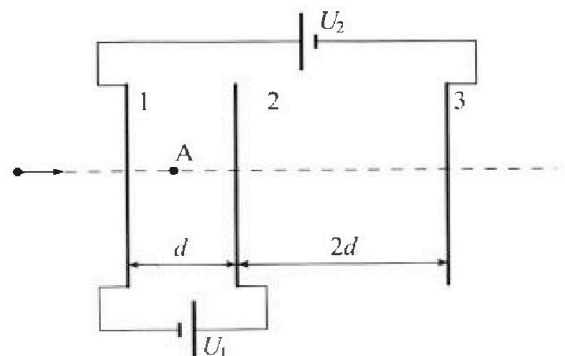
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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

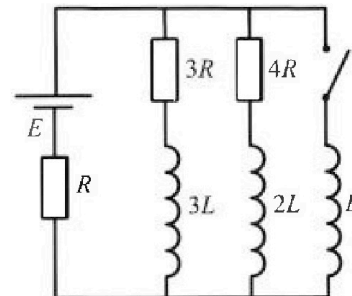
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



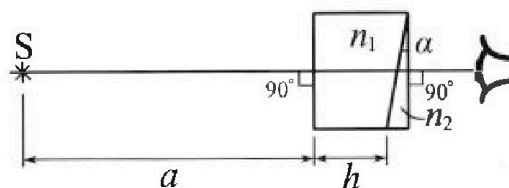
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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

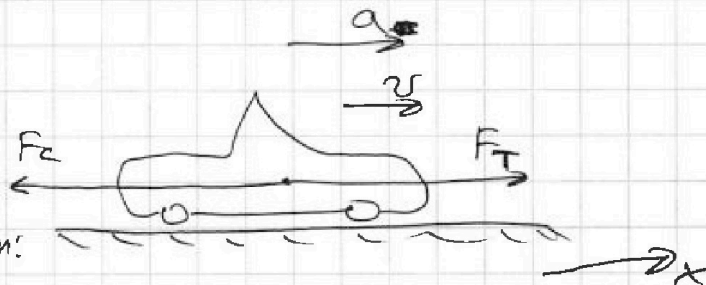
Из графика видно, что ~~какая~~ тангенс угла между касательной и графиком чуть меньше  $0,5$ , значит приблизительно ускорение равно  $0,45$

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

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:



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!

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:

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$

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

$$\Delta d = k p w$$

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

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

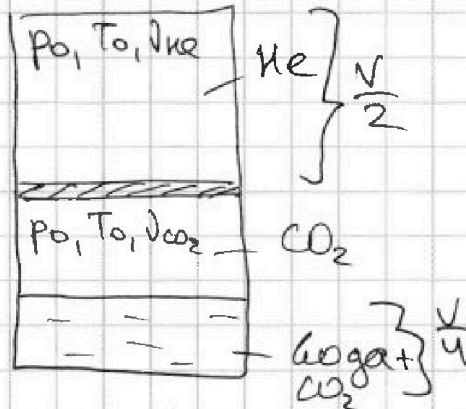
Найти:

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

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

Поделим эти два соотношения:

$$\frac{\frac{1}{2} p_0 V = \nu_{\text{He}} R T_0}{p_0 \frac{V}{4} = \nu_{\text{CO}_2} R T_0} \rightarrow \boxed{\frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{CO}_2}} = 2}$$

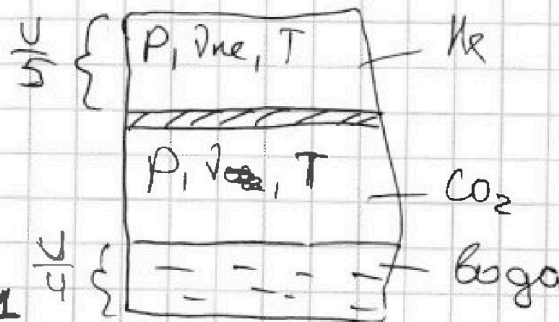
2)  $\nu_{\text{CO}_2} = \nu + \Delta \nu$   $\nu$  - кол-во вещества углекислого газа в начале нагревания, а  $\Delta \nu$  - кол-во вещества, растворенное в воде в начале.

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  $\text{CO}_2$  в конце:

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

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

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

$$\frac{11}{20} p V = \nu R T \quad (**)$$

Уз (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

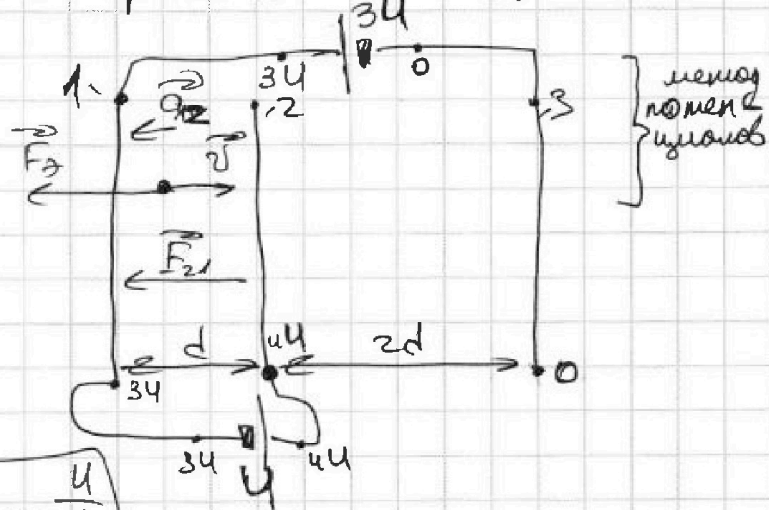
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

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

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

1) Рассмотрим механизмы:



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

ЗЗК:  $\vec{F}_2 = m\vec{a}$

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

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

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

$$A_{F_2} = K_2 - K_1$$

$$A_{F_2} = -F_2 \cdot d = -E_{21} \cdot d \cdot q = -\frac{U}{d} \cdot d \cdot q = -Uq$$

$$K_1 - K_2 = Uq$$

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

$$A_{F_2} = K_A - K_1$$

$$-F_2 \cdot \frac{d}{2} = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

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

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



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!

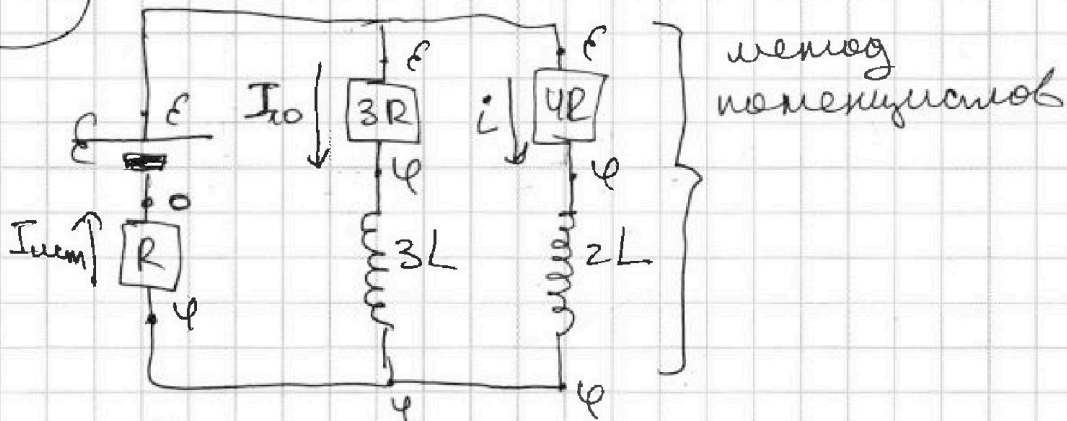
Найти:

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.



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

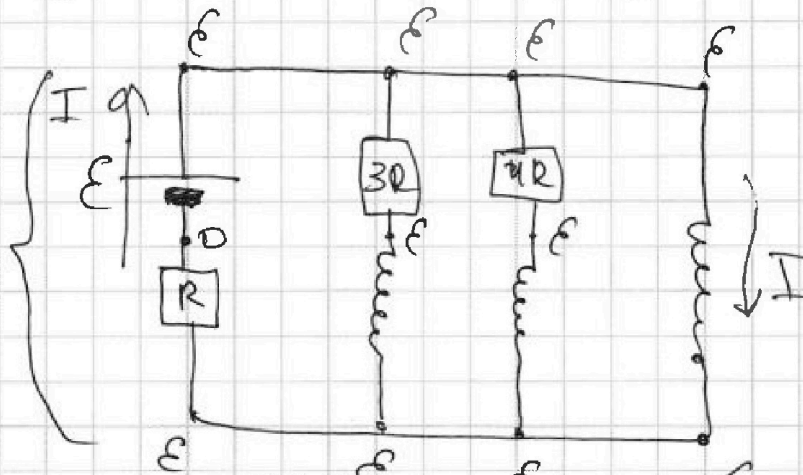
МФТИ

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 вуст. сост. Так ~~серед~~ напряжение на катушке отсутствует.

метод  
поперечных

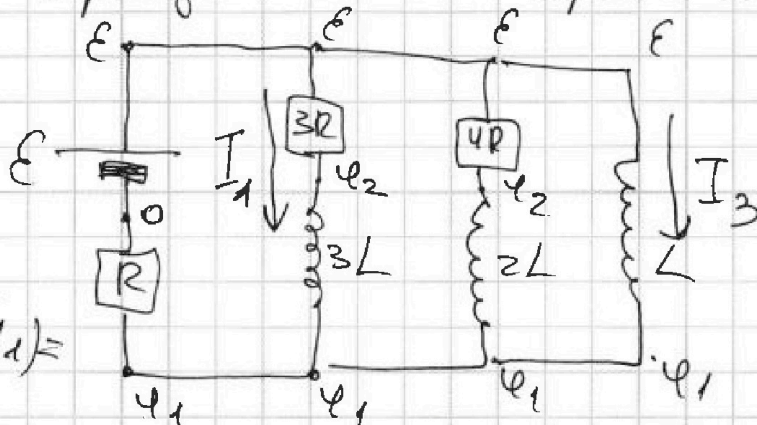


Вуст. состоянии ток через  $3R$  и  $4R$  нет.

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

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 закончим 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:

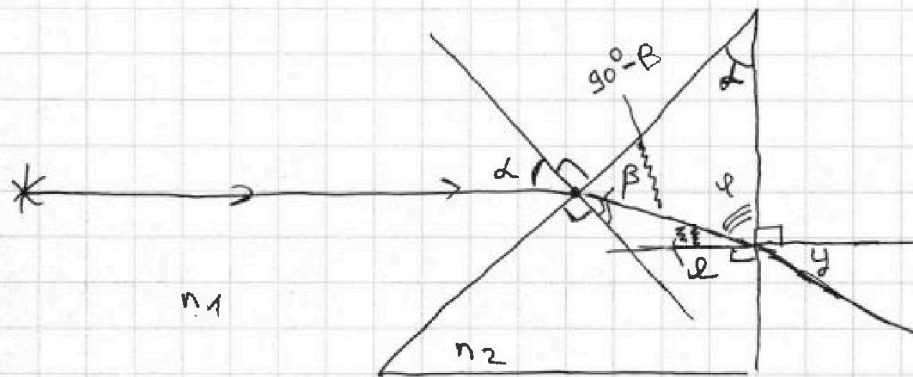
1  2  3  4  5  6  7



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

NS.

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



$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ , м.к.  $\alpha$  и  $\beta$  — 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)  $\varphi = 180^\circ - 90^\circ + \beta - \alpha = 90^\circ + \beta - \alpha$   
 $\epsilon = 90^\circ - \varphi = \alpha - \beta$

$n_2 \sin \epsilon = n_1 \sin \gamma$ ,  $\gamma$  — маленький угол

$n_2 \epsilon = n_1 \gamma$

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

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

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!



$$\psi_2 - \psi_1$$

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

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

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

$$q_1 + q_2 + q^*$$

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

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

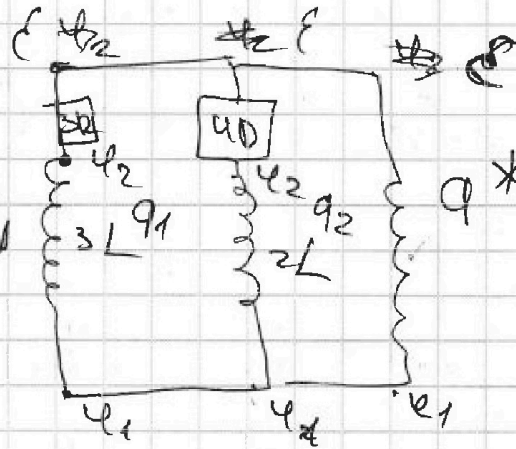
$$I_2 \cdot 4R + 2L \Delta I_2 = L \Delta I_3$$

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

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

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

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





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

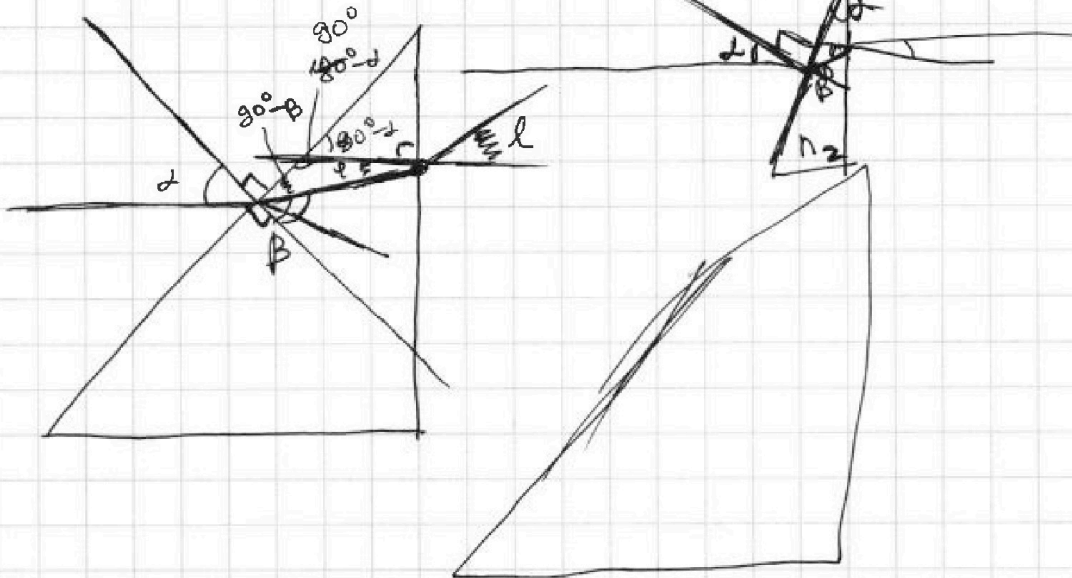


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 6000 \mid 25 \\ 50 \\ \hline 200 \\ 200 \\ \hline 0 \end{array}$$

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

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

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!

$$\begin{array}{r} 12,5 \overline{) 6} \\ \underline{12} \phantom{0} \\ 0,5 \phantom{0} \\ \underline{0,50} \\ 0,48 \end{array}$$

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

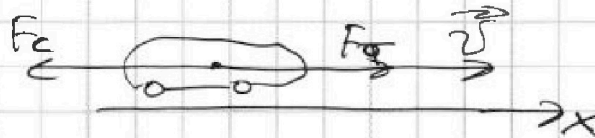
$$\frac{12,5 - 10}{6} = \frac{2,5}{6} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12}$$

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

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

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

$\vec{a}$



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

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

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

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

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

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

$$F_0 - k v = m a_0$$

$$F_0 = k v + m a_0$$

$$P = F_0 v$$

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

$$F_k - k v = 0$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

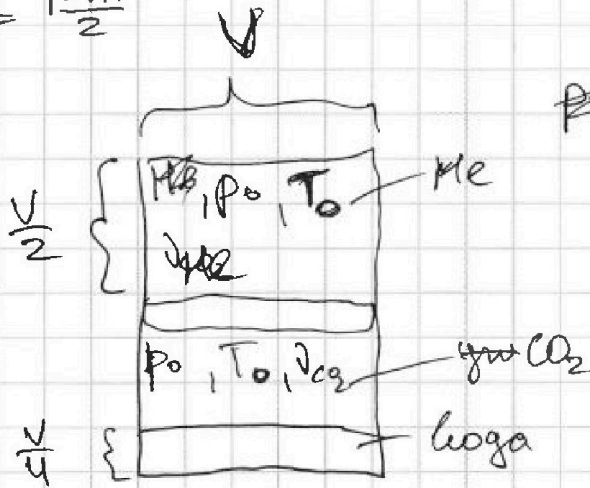
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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!

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$



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

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

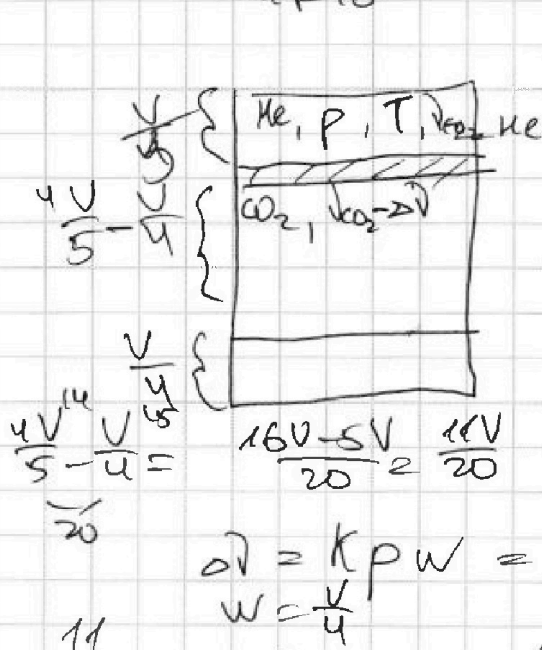
$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{\text{CO}_2} R T_0$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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!



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

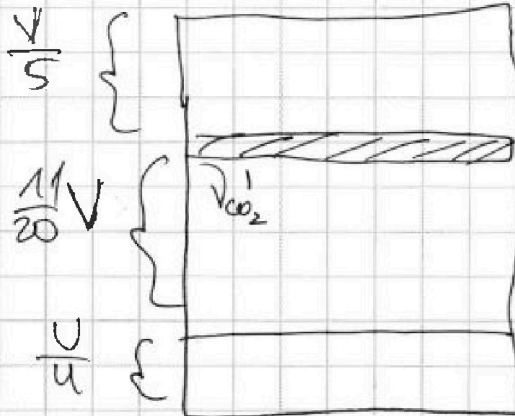
$$p = \frac{p_0 I}{T_0 \left( \frac{11}{5} + KRT \right)} \quad p_0 = \frac{I}{T_0 \left( \frac{11}{5} + KRT \right)}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{11}{42} = \frac{1}{2} (1 + KRT_0)$$

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

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

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!



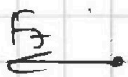
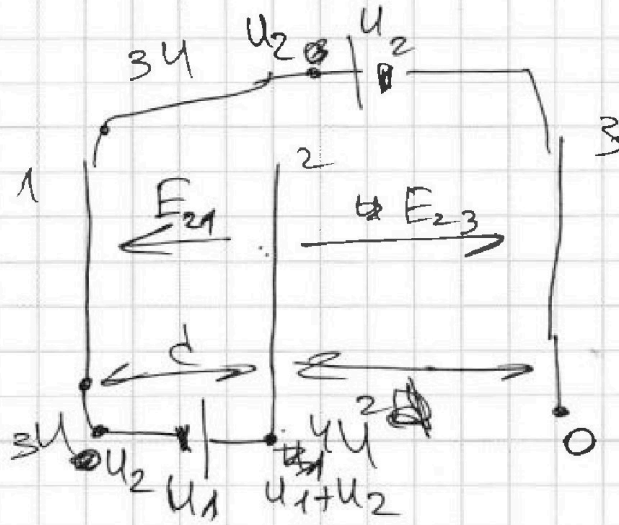
Меню  $U_1, U_2$

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

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

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

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



$$F_3 = ma$$

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

$$a = E_{21} \frac{q}{m}$$

~~W~~

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

~~W~~

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

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

$$U_1 \frac{d}{4} = W$$