



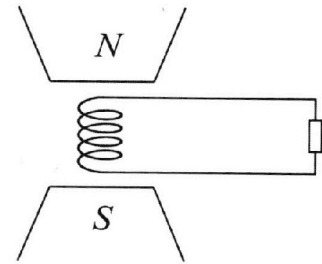
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-06

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*



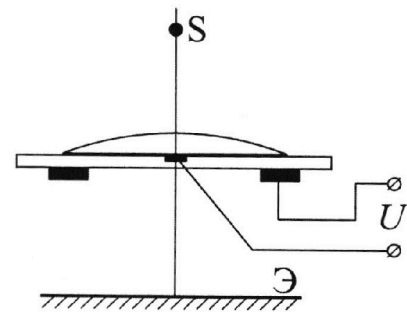
4. Катушка индуктивностью  $L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением  $R$ . Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до  $I_1$ .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время  $\tau/4$  от начала выключения.
- 2) Найти заряд  $q$ , протекший через катушку от момента, когда ток в катушке был  $I_1$ , до момента, когда ток через катушку станет нулевым.
- 3) Найти начальную индукцию  $B_1$  внешнего магнитного поля.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления  $n = 4/3$  покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода  $S$  на экране  $\mathcal{E}$ . Источник  $S$  можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии  $b = 24$  см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус  $R$  кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения  $U$ , прикладываемого к электродам. При нулевом напряжении радиус кривизны  $R_0 = 2$  см. При напряжении  $U_1$  на экране получено изображение светодиода с увеличением  $\Gamma_1 = 5/3$ , а при напряжении  $U_2$  получено изображение с увеличением  $\Gamma_2 = 1/3$ .



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния  $F$  плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны  $R$  и показателя преломления  $n$ .
- 2) Определите  $U_2/U_1$ .
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей  $E_1/E_2$  первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.



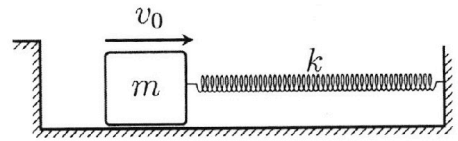
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

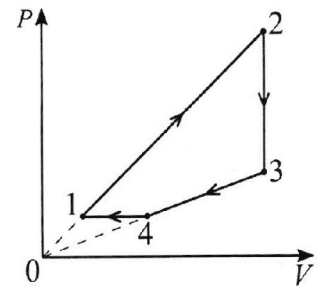
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой  $m$  прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью  $k$  (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью  $v_0$ . В момент времени  $t_0 = 0$  телу в положении равновесия придают скорость  $23v_0/9$ , направленную к стене. После первого удара тела о уступ тело проходит положение равновесия со скоростью  $7v_0/3$ . Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите максимальное сжатие пружины до первого удара.
- 2) Определите скорость прохождения телом положения равновесия после второго удара.
- 3) В какой момент времени  $t_1$  тело пройдет положение равновесия после первого удара?

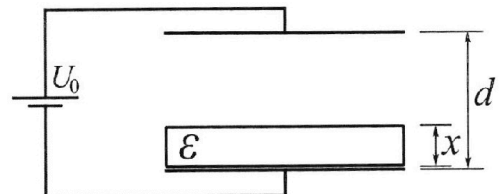
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты  $Q$  ( $Q > 0$ ). Молярная теплоемкость газа в процессе 1-2 равна  $C = 7R/2$ ,  $R$  – универсальная газовая постоянная. Отношение температур  $T_2/T_3 = 12/5$ .

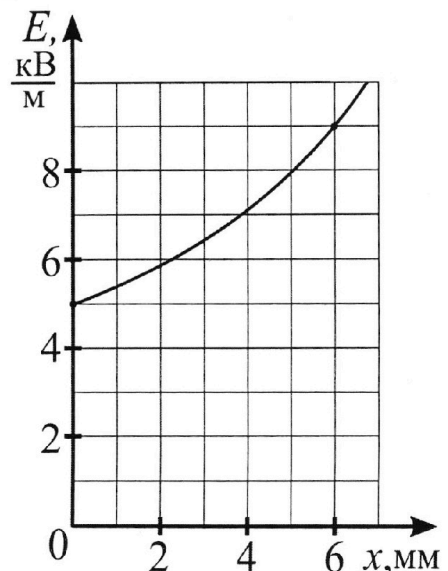


- 1) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками  $d = 9$  мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной  $x$  (пластина занимает часть объема конденсатора, равную  $x/d$ ). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины  $x$  (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение  $U_0$  источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  диэлектрика.





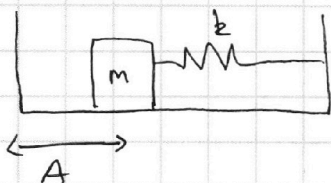
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

M1



Посчитаем A. Если тело изначально было прижато к упругу, а положение равновесия оно приняло  $v_0$ , то  $A = v_0$ .

$$m\ddot{x} = -kx \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \Rightarrow x = A \cos(\omega t + \phi)$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$x(0) = A \Rightarrow \phi = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow x = A \cdot \sin \omega t$$

$$\dot{x} = A \omega \cdot \cos \omega t$$

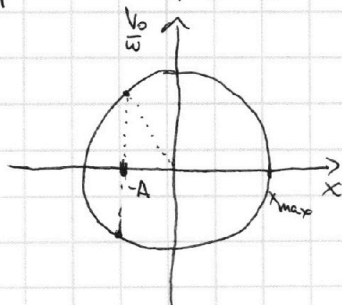
и в положении равновесия  $\dot{x} = A \omega$

$$\Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega} = v_0 \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Тогда, если изначально в позах равновесия задать  $v_0 \cdot \frac{23}{9}$ , то максимальное сжатие будет когда пружинка сожмётся настолько, что масса будет выталкивать груз дальше, т.е. её скорость в этот момент 0  $\Rightarrow$  запишем ЗСЭ:

$$\frac{m \left( v_0 \cdot \frac{23}{9} \right)^2}{2} = \frac{k x_{\max}^2}{2} \Rightarrow x_{\max} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot v_0 \cdot \frac{23}{9}$$

Нарисуем фазовую плоскость до первого удара.



Из ЗСЭ мы можем найти скорость в момент столкновения:

$$\frac{m \left( \frac{23}{9} v_0 \right)^2}{2} = \frac{m \cdot v_A^2}{2} + k \cdot \frac{A^2}{2}$$

$$\left( \frac{23}{9} v_0 \right)^2 = v_A^2 + \frac{k}{m} \cdot v_0^2 \cdot \frac{m}{k}$$

$$\Rightarrow v_A^2 = v_0^2 \left( \frac{23}{9} - 1 \right) \left( \frac{23}{9} + 1 \right) = v_0^2 \cdot \frac{14 \cdot 32}{81} \Rightarrow v_A = v_0 \cdot \frac{8}{9} \sqrt{7} \text{ до столкновения}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

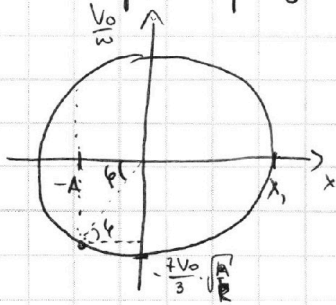
- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Теперь нарисуем фазовую плоскость после столкновения



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Если в положении равновесия

$$\frac{7V_0}{3} \text{ то } \frac{7V_0}{3} = x_1 \cdot \omega$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{7V_0}{3} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Тогда на расстоянии A скорость должна быть  $V_2$

$$A^2 + \frac{V_1^2}{\omega^2} = \frac{49}{9} V_0^2 \cdot \frac{m}{k} \quad \leftarrow \text{т. Пифагоре}$$

$$V_0^2 \cdot \frac{m}{k} + V_1^2 \cdot \frac{m}{k} = \frac{49}{9} V_0^2 \cdot \frac{m}{k} \Rightarrow V_1^2 = \frac{40}{9} V_0^2 \Rightarrow V_1 = \frac{2\sqrt{10}}{3} V_0$$

Тогда, за одно битье об стенку  $k = \frac{V_A}{V_1} = \frac{8\sqrt{7}}{3} \cdot \frac{3}{2\sqrt{10}} = 4 \cdot \sqrt{0,7}$  уменьшается скорость

$$\Rightarrow \text{после второго удара } V'_2 \text{ стенки} = \frac{V_A}{k^2} = V_0 \cdot \frac{8\sqrt{7}}{3} \cdot \frac{1}{4 \cdot \sqrt{0,7}} = \frac{2\sqrt{10}}{3} V_0$$

$\Rightarrow$  в положении равновесия из фазовой плоскости

$$\left(\frac{V_2}{\omega}\right)^2 = A^2 + \left(\frac{V_1}{\omega}\right)^2 \quad V_2^2 = V_0^2 + \frac{4}{81} \cdot 60 V_0^2 = \frac{121}{81} V_0^2$$

$$V_2 = \frac{11}{9} V_0$$



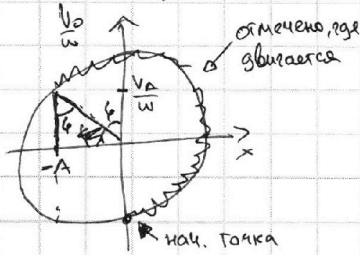
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

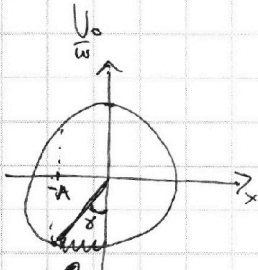
Теперь посчитаем, в какое время тело придет в положение равновесия.



$$\operatorname{ctg} \phi = \frac{V_{\Delta}}{VA} = \frac{V_0 \cdot \frac{8\sqrt{7}}{3} \cdot \sqrt{\frac{m}{R}}}{V_0 \cdot \sqrt{\frac{m}{R}}} = \frac{8\sqrt{7}}{3}$$

$\Rightarrow$  время, за первое столкновение =

$$t_1 = \frac{T}{2} + \frac{T}{2} \cdot \frac{\phi}{\pi} = \frac{T}{2} \left( 1 + \frac{\operatorname{arccotg} \left( \frac{8\sqrt{7}}{3} \right)}{\pi} \right)$$



$$\operatorname{ctg} \delta = \frac{V_1}{VA} = \frac{2\sqrt{10}}{3}$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{T}{2} \cdot \frac{\delta}{\pi} = \frac{T}{2} \cdot \frac{\operatorname{arccotg} \frac{2\sqrt{10}}{3}}{\pi}$$

время после столкновения до полож. равновесия

$$\Rightarrow \text{все время } t = t_1 + t_2 = \frac{T}{2} \left( 1 + \frac{\operatorname{arccotg} \left( \frac{8\sqrt{7}}{3} \right) + \operatorname{arccotg} \left( \frac{2\sqrt{10}}{3} \right)}{\pi} \right)$$

$$\text{где } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{R}} \Rightarrow$$

Ответ: а) 1)  $x_{\max} = \sqrt{\frac{m}{R}} V_0 \cdot \frac{23}{9}$

2)  $V_2 = \frac{11}{9} V_0$

3)  $t = \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{R}} \left( 1 + \frac{\operatorname{arccotg} \left( \frac{8\sqrt{7}}{3} \right) + \operatorname{arccotg} \left( \frac{2\sqrt{10}}{3} \right)}{\pi} \right)$

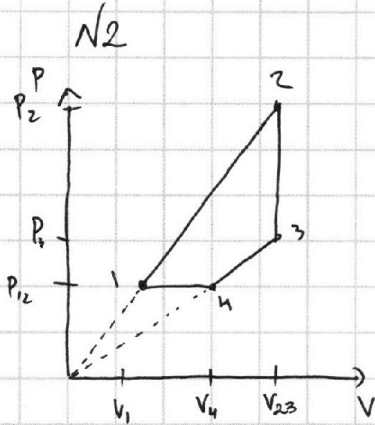


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Т.к. 1-2 и 3-4 лежат на прямой, проходящей через 0;0  $\Rightarrow P = k \cdot V$  в таких случаях  $\Rightarrow P \cdot V^{-1} = \text{const}$

$PV^{-1} = \text{const}$  - политропный процесс с  $n = -1$

$n = \frac{c - c_p}{c - c_v}$ ,  $c$  - теплоёмкость процесса

$$c_v = \frac{i}{2}R \quad c_p = \left(\frac{i}{2} + 1\right)R \Rightarrow$$

$$-1 = \frac{c - c_p}{c - c_v} \quad c_v - c = c - c_p \quad c = \frac{c_v + c_p}{2} = \left(\frac{i+1}{2}\right)R$$

По условию,  $c = \frac{7}{2}R \Rightarrow \frac{7}{2} = \frac{i+1}{2} \Rightarrow i = 6$ . Тогда  $c_p = 4R$   $c_v = 3R$

Найдём  $\text{const}$  для процессов 1-2 и 3-4:

$$P_2 V_2 = \mathcal{J}RT_2 \quad - \text{уни состояние уг. газа} \quad \frac{P_2}{V_2} = \text{const} = \frac{\mathcal{J}RT_2}{V_2^2} \quad 1-2 = \frac{\mathcal{J}R T_2}{V_2^2}$$

$$P_3 V_3 = \mathcal{J}RT_3 \quad \Rightarrow \quad \frac{P_3}{V_3} = \text{const} = \frac{\mathcal{J}RT_3}{V_3^2} \quad 3-4 = \frac{\mathcal{J}R T_3}{V_4^2}$$

$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$  по определению, где  $V_1$  - нач. объём,  $V_2$  - конечный  $\Rightarrow$

$$A_{12} = \frac{\mathcal{J}RT_2}{2V_2^2} (V_2^2 - V_1^2) \quad A_{23} = 0 \quad A_{34} = \frac{\mathcal{J}RT_3}{2V_4^2} (V_4^2 - V_3^2) \quad A_{41} = P_{14} (V_1 - V_4)$$

Из условия, теряется  $Q$  тепла на 2-3 и 4-1  $\Rightarrow$  запишем начало термод. на этих процессах  $\Delta Q = \Delta U + A_r$

$$-Q = \frac{i}{2} \cdot V_{23} \cdot (P_3 - P_2) = \frac{i}{2} \mathcal{J}R (T_3 - T_2)$$

$$-Q = P_{14} (V_1 - V_4) + \frac{i}{2} (P_{14} V_1 - P_{14} V_4) = P_{14} \cdot \left(\frac{i}{2} + 1\right) (V_1 - V_4)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

Запишем суммарную работу:

$$\begin{aligned} \cancel{\$} A_{\Sigma} &= P_{14} \cdot (V_1 - V_4) + \frac{\partial R T_2}{2V_{23}^2} (V_{23}^2 - V_1^2) + \frac{\partial R T_3}{2V_{23}^2} (V_4^2 - V_{23}^2) \\ &= \underbrace{-Q}_{\frac{i}{i+1}} + \underbrace{\frac{\partial R (T_2 - T_3)}{2} + \frac{\partial R}{2} \left( \frac{V_4^2 \cdot T_3 - V_1^2 \cdot T_2}{V_{23}^2} \right)}_{= +\frac{Q}{i}} \\ &= \frac{\partial R}{2} (T_4 - T_1) = \frac{\partial R}{2} \left( \frac{P_4 V_4}{\partial R} - \frac{P_{14} V_1}{\partial R} \right) = \frac{P_{14} (V_4 - V_1)}{2} = \frac{Q}{\cancel{\frac{i}{i+1}}} \end{aligned}$$

$$A_{\Sigma} = \frac{Q}{i} - \frac{2Q}{i+2} + \frac{Q}{i+2} = \cancel{\frac{Q}{i} - \frac{2Q}{i+2}} = \frac{Q}{i} - \frac{Q}{i+2} = \frac{Q}{6} - \frac{Q}{8} = \frac{Q}{24}$$

" Q ·  $\frac{2}{i(i+2)}$

КПД цикла  $\eta = \frac{A}{Q_H}$       $Q_H = Q_{12}$ , остальные  $Q_x$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U = \underbrace{\frac{\partial R T_2}{2} - \frac{\partial R T_1}{2}}_{A_{12}} + \underbrace{\frac{i}{2} (\partial R T_2 - \partial R T_1)}_{\Delta U} = \frac{(i+1)}{2} \cdot \partial R (T_2 - T_1)$$

$$\eta = \frac{Q \cdot \frac{2}{i(i+2)}}{\frac{(i+1) \cdot \frac{2}{i}}{i}} = \frac{2 \cdot \frac{i}{i(i+2)}}{(i+2) \cdot \frac{1}{i}} = \frac{2}{10 \cdot 5} = \frac{2}{45}$$

Ответ:  $C_{23} = 3R$   
 $A = \frac{Q}{24}$   
 $\eta = \frac{2}{45}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.



1  2  3  4  5  6  7

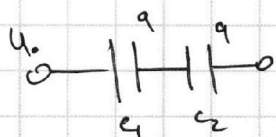
СТРАНИЦА  
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

Предположим, есть два последов. согг. конденсатора как источнику.

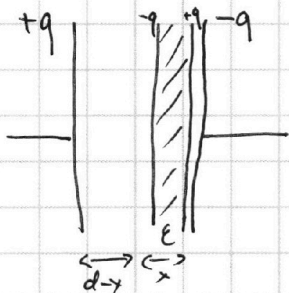
Найдём, как распределяться падение напряжений на них.



$$U_0 = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} \Rightarrow q = U_0 \cdot \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$\Rightarrow U_1 = \frac{q}{C_1} = U_0 \cdot \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

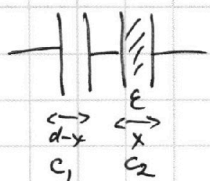
Рассмотрим конденсатор с веществом.



Т.к. заряд из конденсатора не уходит, то на границах сред появляются ~~разные~~ заряды.

Заметим, что такую ситуацию можно разбить

на несколько конденсаторов:



$$\Rightarrow C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d-x} \quad C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}$$

Тогда, если нам дан график  $E(x)$  в воздушной части, то это в

$$\text{конденсаторе с ёмкостью } C_1 \Rightarrow E(x) \cdot (d-x) = U_1 = U_0 \cdot \frac{C_2}{C_1 + C_2} = U_0 \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 d/x}{\frac{\epsilon_0 S}{d-x} + \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{x}} \Rightarrow$$

$$E(x) = U_0 \cdot \frac{1}{(d-x) \cdot \left( \frac{x}{\epsilon_0 d} + 1 \right)} = \frac{U_0}{d-x \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon}}$$





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Посмотрим на график.  $x_1 = 0 \text{ м}$   $E = 5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$   $x_1 = 0 \text{ м}$   $E_1 = 5000 \frac{\text{В}}{\text{м}}$   
 $x = 6 \text{ мм}$   $E = 9 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$   $\Rightarrow$   $x_2 = 0,006 \text{ м}$   $E_2 = 9000 \frac{\text{В}}{\text{м}}$

Подставим числа в функцию  $E(x)$ :

$$\begin{cases} E_1 = \frac{U_0}{d - x_1 \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}} \\ E_2 = \frac{U_0}{d - x_2 \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}} \end{cases}$$

~~$$E_1 \cdot d - E_1 \cdot x_1 \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = E_2 \cdot d - E_2 \cdot x_2 \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$~~

$$\text{? } x_1 = 0 \Rightarrow E_1 = \frac{U_0}{d} \Rightarrow U_0 = E_1 \cdot d = 5000 \cdot 0,009 = 45 \text{ В}$$

$$\Rightarrow d - x_2 \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = \frac{U_0}{E_2} = \frac{E_1 \cdot d}{E_2}$$

$$x_2 \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = d - d \cdot \frac{E_1}{E_2} = d \cdot \frac{E_2 - E_1}{E_2}$$

$$1 - \frac{1}{\epsilon} = \frac{d}{x_2} \cdot \frac{E_2 - E_1}{E_2}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = 1 - \frac{d}{x_2} \cdot \left(1 - \frac{E_1}{E_2}\right) = 1 - \frac{d}{x_2} + \frac{d}{x_2} \cdot \frac{E_1}{E_2} = \frac{x_2 E_2 - d E_2 + d E_1}{x_2 E_2}$$

$$\Rightarrow \epsilon = \frac{x_2 E_2}{x_2 E_2 - d E_2 + d E_1} = \frac{0,006 \cdot 9000}{0,006 \cdot 9000 - 0,009 \cdot 9000 + 0,009 \cdot 5000} = \frac{54}{54 - 81 + 45} = \frac{54}{18} = 3$$

Ответ:  $U_0 = 45 \text{ В}$   $\epsilon = 3$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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"/>

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Если Т.к. цепь замкнута, то ток будет обильный. Когда меняется внешнее поле, меняется поток через катушку  $\Rightarrow$  появляется  $\mathcal{E}_{\text{инд.}} = \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow$  Т.к. микробно ток возрастает, то ~~р.  $\mathcal{E}_{\text{инд.}}$~~  это можно сделать выведя ~~из~~ по какому закону меняется поле от времени.

~~$\Phi = B \cdot S \cdot n$~~   $\Phi = B \cdot S \cdot n$  - обильный поток

$$I_i = \frac{B \cdot S \cdot n}{L}$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд.}} = I_i R = \frac{B S n}{L} = \frac{S n \cdot dB}{dt} \Rightarrow \text{т.к. } B \sim t$$

и можно подставить



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

NS

Формула линзы  $\frac{1}{F} = (n-1) \cdot \frac{1}{R} \Rightarrow F_0 = 3R_0$   
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

Если предмет за фокуса: ( $a < F$ )

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$1 - \frac{a}{b} = \frac{a}{F}$$

$$\frac{1}{F} = 1 - \frac{a}{b}$$

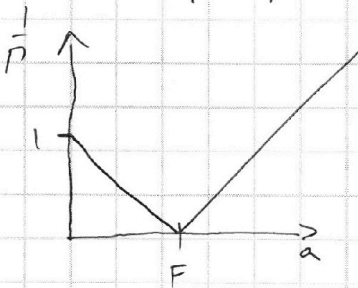
( $a > F$ )

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$1 + \frac{a}{b} = \frac{a}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{a}{b} + 1$$

$$F = \frac{b}{a} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{a}{b}$$



При  $U = 0, B, R_0 = 2 \text{ cm}$

$$U_1, \quad F = \frac{5}{3} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{3}{5} \Rightarrow \frac{3}{5} = \frac{a}{F} - 1 \Rightarrow F = \frac{5}{8}a$$

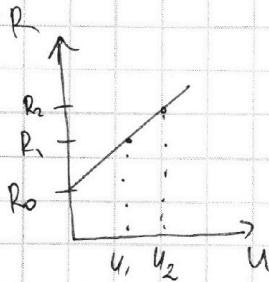
$$U_2, \quad F = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{1}{F} = 3 \Rightarrow 3 = \frac{a}{F} - 1 \Rightarrow F = \frac{a}{4}$$

Теперь ~~можно~~ выразим a через  $F_0$ .

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow a = \frac{F_0 \cdot b}{b - F_0} \Rightarrow F_1 = \frac{5}{8} \cdot \frac{24F_0}{24 - F_0} = \frac{15F_0}{24 - F_0}$$

$$F_2 = \frac{6R_0}{24 - F_0}$$

Тогда  $R_1 = F_1(n-1) = \frac{5F_0}{24 - F_0} = \frac{15R_0}{24 - 3R_0}$   
 $R_2 = F_2(n-2) = \frac{2F_0}{24 - F_0} = \frac{6R_0}{24 - 3R_0}$



$$\Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2 - R_0}{R_1 - R_0} = \frac{\cancel{15R_0} \cdot 6 \cdot 2}{24 - 3 \cdot 2} - 2}{\frac{15 \cdot 2}{24 - 3 \cdot 2} - 2} = \frac{-\frac{15}{3}}{-\frac{1}{3}} = 4$$

Ответ: 2)  $U = \frac{U_2}{U_1}$

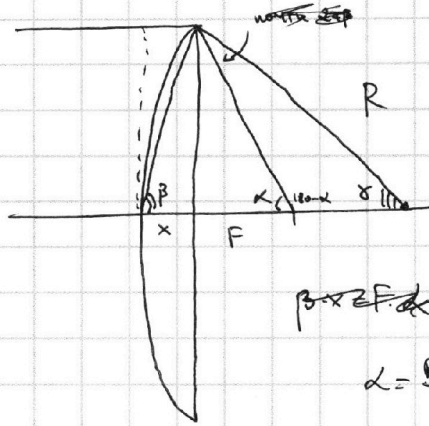
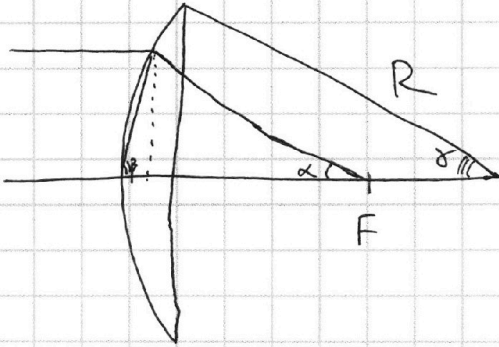


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



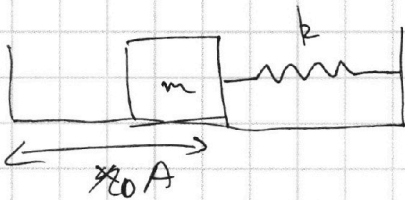
$$\beta \times 2F \sin \alpha = R \delta = \frac{F x}{R} = \frac{x}{R}$$

$$\alpha = \frac{R \delta}{x}$$

$$\frac{x}{c} \cdot n + \frac{(F-x)}{c} = \frac{R \delta}{x c} + \frac{x}{c}$$

$$x n + F - x = R \cdot \frac{\delta}{x} \cdot x$$

$$x(n-1) + F - x = R \cdot \frac{\delta}{x}$$



$$m a = -k x$$

$$m \ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$x = A \cdot \cos(\omega t + \phi)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$x(0) = A \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow x = A \cdot \sin \omega t$$

$$\dot{x} = A \omega \cdot \cos \omega t$$

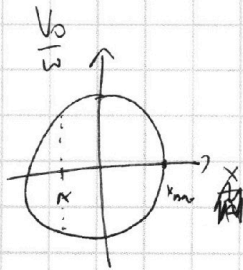
$$t = \frac{T}{4} = \frac{2\pi}{4\omega}$$

$$\frac{m \left( \frac{v_0 \cdot 23}{g} \right)^2}{2} = \frac{k x^2}{2}$$

$$x = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot v_0 \cdot \frac{23}{g}$$

$$\dot{x} = v_0 = A \cdot \omega$$

$$A = \frac{v_0}{\omega} = v_0 \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$L = \frac{\Phi}{I} \quad B = \frac{\mu_0 I n}{l}$$

$$I = \frac{B \cdot S \cdot n}{L} \quad I = \frac{B_i \cdot S_i \cdot n}{L}$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B \cdot S \cdot n}{\tau} \quad I_1 =$$

$$\partial R(T_3 - T_2) = \frac{Q}{\tau}$$

$$Q = \frac{i}{2} \partial R(T_3 - T_2) = \frac{i}{2} \cdot V_{23} (P_2 - P_3) = P_{14} \cdot \left(\frac{\tau}{2} + 1\right) \cdot (V_4 - V_1)$$

$$\frac{V_4}{T_4} = \frac{V_1}{T_1}$$

$$A = - \frac{Q}{\frac{\tau}{2} + 1} = - \frac{\partial R T_2}{2} \cdot \frac{V_1^2}{V_{23}^2} + \frac{\partial R T_3}{2} \cdot \frac{V_4^2}{V_{23}^2} = - \frac{Q}{i}$$

$$- \frac{Q \cdot \tau}{i + 2} - \frac{Q}{i} + \frac{P_{14}^2}{2 V_{23}^2} \cdot \frac{2Q}{i}$$

$$\frac{\partial R}{2} \left( \frac{V_4^2 \cdot T_3 - V_1^2 \cdot T_2}{V_{23}^2} \right) = \frac{\partial R}{2} \left( T_3 \cdot \frac{P_{14}^2}{P_3^2} - T_2 \cdot \frac{P_{14}^2}{P_2^2} \right)$$

$$\frac{P_{14}}{V_4} = \frac{P_3}{V_{23}} \quad V_4 = V_{23} \cdot \frac{P_{14}}{P_3}$$

$$P_{14} \cdot V_1 = \partial R T_1 \quad P_2 \cdot V_{23} = \partial R T_2$$

$$\frac{P_{14}}{V_1} = \frac{P_2}{V_{23}} \quad V_1 = V_{23} \cdot \frac{P_{14}}{P_2}$$

$$P_{14} \cdot V_4 = \partial R T_4 \quad P_3 \cdot V_{23} = \partial R T_3$$

$$T_1 = T_4 \cdot \frac{V_1}{V_4}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow$$

$$\frac{T_2}{V_{23}^2} = \frac{T_1}{V_1^2} \Rightarrow \frac{\partial R}{2}$$

$$\frac{T_3}{V_{23}^2} = \frac{T_4}{V_4^2} \Rightarrow \frac{\partial R}{2}$$

$$\frac{\partial R}{2} (T_4 - T_1)$$

$$\frac{P_3}{V_3} = \frac{P_4}{V_4}$$

$$P_1 V_1$$

$$P_3 V_3$$

$$\frac{P_3 V_3}{P_4 V_4} = \frac{P_3 V_3}{\partial R T_3} = \frac{P_4 V_4}{\partial R T_4}$$

$$P_3 = \frac{P_4 \cdot V_3}{V_4}$$

$$P_4 V_4 = \frac{P_4 V_3}{\partial R T_3}$$

$$\partial R T_3 = \frac{P_4 \cdot V_3}{V_4}$$

$$\partial R T_4 = P_4 \cdot V_4$$

$$T_4 = \frac{P_4 \cdot V_4}{\partial R} = \frac{P_4^2 V_3}{\partial R T_3}$$

$$T_1 = \frac{P_4^2 \cdot V_3 \cdot V_1}{\partial R^2 T_3 \cdot V_4}$$

$$\frac{P_{14} \cdot V_4}{2}$$

$$\partial R (T_2 - T_3) = \frac{2Q}{i}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\vec{I}$

$I = \frac{U_0}{R_1 + R_2}$

$\Rightarrow U_1 = R_1 \cdot \frac{U_0}{R_1 + R_2}$

$\frac{q}{c_1} + \frac{q}{c_2} = U_0$

$q = U_0 \cdot \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$

$F = R \cdot X$

$U_1 = U_0 \cdot \frac{c_2}{c_1 + c_2} = U_0 \cdot \frac{\frac{SE_0}{d-x}}{\frac{SE_0}{d-x} + \frac{SE_0}{x}} = \frac{1}{1 + \frac{x}{d-x}} R = F \left( \frac{d-x}{d} \right)$

$\frac{x}{c} + \frac{F}{\alpha} \cdot \frac{n}{c} = \frac{F \cdot \frac{n}{c}}{1 + \frac{x}{d-x}}$

$E(x) = \frac{U_0}{\frac{d-x}{d} + \frac{x}{d-x} \cdot \frac{1}{\epsilon}} = \frac{U_0}{d-x \left( \frac{1}{d} + \frac{1}{\epsilon} \right) - x \cdot \frac{1}{\epsilon}}$

$F \cdot \frac{n}{c} \cdot \left( \frac{1}{\alpha} \right) = \frac{\alpha-1}{\alpha} = \frac{n}{c} \cdot \frac{F d - F}{\alpha} = \frac{x}{c}$

$C = \frac{q}{U}$

$\frac{q}{c_2} + \frac{q}{c_1} = \frac{U_0}{q}$

$C_1 = \frac{SE_0 \cdot \epsilon_0}{x} \Rightarrow C_2 = \frac{SE_0}{d-x}$

$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} = \frac{x}{SE_0 \epsilon_0} + \frac{d-x}{SE_0} = \frac{d\epsilon_0 - x\epsilon_0 + x}{SE_0 \epsilon_0} = \frac{d\epsilon_0 - x(\epsilon_0 - 1)}{SE_0 \epsilon_0} = \frac{d - x \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0}}{SE_0}$

$\Rightarrow C = \frac{SE_0}{d - x \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0}} = \frac{\sigma \cdot S}{E(x) \cdot d}$

$E(x) = \frac{\sigma}{d\epsilon_0} \cdot \left( d - x \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} \right) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} - \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{x}{d} \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0}$

$d - x \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} = \frac{SE_0 U_0}{q}$

$x = \left( d - \frac{SE_0 U_0}{q} \right) \cdot \frac{\epsilon_0}{\epsilon_0 - 1}$

$\frac{R}{c} \cdot n = \frac{x}{c} + \frac{F}{\alpha} \cdot \frac{n}{c}$

$R \cdot n = x + \frac{F}{\alpha} \cdot n = F \cdot \frac{\alpha}{\beta} + F \cdot \frac{n}{\alpha}$

$\alpha = \frac{H}{F} \quad \beta = \frac{H}{x} \quad \alpha \cdot F = \beta \cdot x$

$x = \frac{\alpha}{\beta} \cdot F$

$t = \frac{x}{c} + \frac{F \cdot n}{\alpha c}$

$\frac{R}{c} \cdot n$

$\frac{q}{c_1} + \frac{q}{c_2} = U_0$

$\frac{q}{c_2} + \frac{q}{c_1} = \frac{U_0}{q}$

$\frac{SE_0}{d-x} + \frac{SE_0 \cdot \epsilon_0}{x} = \frac{U_0}{q}$

$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} = \frac{x}{SE_0 \epsilon_0} + \frac{d-x}{SE_0} = \frac{d\epsilon_0 - x\epsilon_0 + x}{SE_0 \epsilon_0} = \frac{d\epsilon_0 - x(\epsilon_0 - 1)}{SE_0 \epsilon_0} = \frac{d - x \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0}}{SE_0}$

$\Rightarrow C = \frac{SE_0}{d - x \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0}} = \frac{\sigma \cdot S}{E(x) \cdot d}$

$E(x) = \frac{\sigma}{d\epsilon_0} \cdot \left( d - x \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} \right) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} - \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{x}{d} \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0}$

$d - x \cdot \frac{\epsilon_0 - 1}{\epsilon_0} = \frac{SE_0 U_0}{q}$

$x = \left( d - \frac{SE_0 U_0}{q} \right) \cdot \frac{\epsilon_0}{\epsilon_0 - 1}$

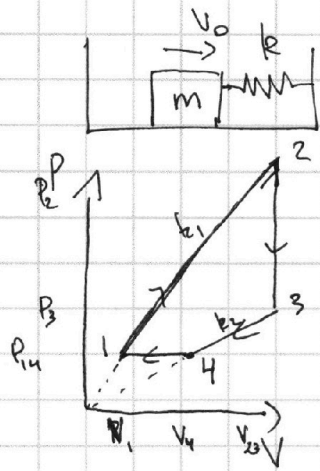


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{P}{V} = \text{const} \cdot R$$

$$P = k \cdot V$$

$$P \cdot V^{-1} = \text{const}$$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} \quad C_v = \frac{i}{2} R$$

$$C_p = \frac{i}{2} R + R$$

$$C_v - C = C - C_p$$

$$C = \frac{C_v + C_p}{2} = \frac{(\frac{i}{2} + 1 + \frac{i}{2}) R}{2} = \left(\frac{i+1}{2}\right) R$$

$$\frac{7}{2} = \frac{i}{2} + 1 \Rightarrow i = 6$$

$$\Rightarrow \frac{P}{T} = \text{const}$$

1-2:  $P \cdot V^{-1} = \text{const}$     2-3:  $V = \text{const}$     3-4:  $P \cdot V^{-1} = \text{const}$     4-1:  $P = \text{const}$

$$C_v = \frac{i}{2} R = 3R$$

A

$$P_{14} = V_{23} \cdot \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{P_{14}}{V_1} = \frac{P_2}{V_{23}} \quad \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} \quad \frac{P_3}{V_{23}} = \frac{P_{14}}{V_4} \quad \frac{V_4}{T_4} = \frac{V_1}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{DR}{V_{23}} \cdot T_2 \quad P_1 = \frac{DR}{V_1} \cdot T_1$$

$$A = \int P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{DR}{V} T_2 dV = \frac{DR}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$A_{12} = \frac{k_1}{2} (V_{23}^2 - V_1^2) \quad A_{23} = 0$$

$$A_{34} = \frac{k_2}{2} (V_4^2 - V_{23}^2) \quad A_{41} = P_{14} (V_4 - V_1)$$

$$\sum A = \frac{DR}{2V_{23}} T_2 (V_{23}^2 - V_1^2) + \frac{DR}{2V_{23}} T_3 (V_4^2 - V_{23}^2) + P_{14} (V_4 - V_1)$$

$$\frac{DR}{2V_{23}} \left( V_{23}^2 (T_2 - T_3) + T_3 V_4^2 - T_2 V_1^2 \right) = \frac{Q}{\frac{i}{2} + 1}$$

$$Q = \frac{i}{2} \cdot V_{23} (P_2 - P_3)$$

$$-Q = P_{14} (V_4 - V_1) + \frac{i}{2} \cdot P_{14} (V_1 - V_4)$$

$$Q = P_{14} \left(\frac{i}{2} + 1\right) (V_4 - V_1)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{a} \pm \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{a}{F} = \pm 1 \Rightarrow \frac{a}{F} = \pm 1$$

$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{a}{F} \pm 1$$

нпм  $a < F$ :

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$

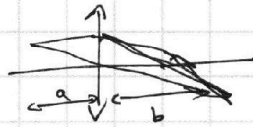
$$\frac{1}{F} = 1 - \frac{a}{F}$$

$a > F$ :

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

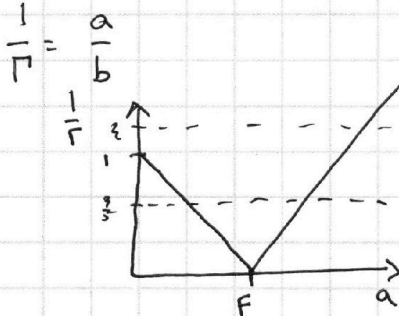
$$1 - \frac{a}{b} = \frac{a}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{a}{F} - 1$$



$$Q_{12} = \frac{\partial T_2}{\partial V_1^2} (V_2^2 - V_1^2) + \frac{i}{2} (P_2 \cdot V_2 - P_1 \cdot V_1)$$

$$= \frac{\partial T_2}{2} - \frac{\partial T_2}{2 V_1^2} \cdot V_1^2$$



$$\frac{\partial T_1}{2 V_1^2} \cdot \frac{\partial T_1}{2}$$

$$\frac{i}{2} (\partial T_2 - \partial T_1)$$

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad R_2 = \infty$$

$$\frac{1}{F} = \frac{(n-1)}{R} \quad F = \frac{R}{n-1}$$

$$U=0 \quad R_0=2$$

$$U_1 \quad F = \frac{5}{3} \quad \frac{1}{F} = \frac{3}{5}$$

$$U_2 \quad F = \frac{1}{3} \quad \frac{1}{F} = 3$$

$$R(n) = R_0 + k \cdot U$$

$$n = \frac{4}{3} \Rightarrow F_0 = \frac{R_0}{\frac{1}{3}} = 3 R_0$$

$$\frac{3}{5} = \frac{a}{F_1} - 1 \quad 3 = \frac{a}{F_2} - 1$$

$$F_1 = \frac{5}{8} a$$

$$F_2 = \frac{a}{4}$$

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

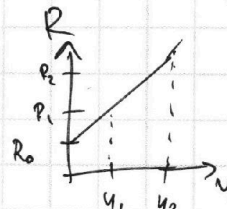
$$\frac{b}{F_0} = 1 + \frac{b}{a}$$

$$\frac{b - F_0}{F_0} = \frac{b}{a}$$

$$a = \frac{F_0 \cdot b}{b - F_0}$$

$$F_1 = \frac{5}{8} \cdot \frac{a}{24 - F_0} = \frac{15 F_0}{24 - F_0}$$

$$F_2 = \frac{6 F_0}{24 - F_0}$$



$\Rightarrow$  ~~R2~~

$$R = \frac{1}{3} F \Rightarrow R_1 = \frac{15 R_0}{24 - 3 R_0}$$

$$R_2 = \frac{6 R_0}{24 - 3 R_0}$$

$$\frac{R_2 - R_0}{R_1 - R_0} = \frac{b U_2}{b U_1}$$

$\frac{b U_2}{b U_1}$   
s.t

$$\frac{12 - 2}{18} = \frac{-\frac{15}{3}}{-\frac{1}{3}}$$