



Кубок ЛФИ 2023

9.s04.e01

Hint 2

ВАЖНО! Задача является одновременно и хинтом, и альтернативой к основной задаче. Три важных момента:

1. Вы можете продолжать присылать решение основной задачи.
2. В любой момент до финального дедлайна вы можете перейти на решение *альтернативной задачи*. Если вы это делаете, то в самом начале решения напишите: *Я перехожу на решение альтернативной задачи!* В этом случае Штрафной коэффициент за альтернативную задачу будет равен

$$0,7 \cdot \sum_i \frac{k_i \cdot p_i}{10},$$

где p_i — балл за пункт, а k_i — штрафной коэффициент за соответствующий пункт на момент перехода на Альтернативную задачу. Другими словами, максимальный балл за альтернативную задачу равен максимальному баллу, который вы можете получить в момент перехода на нее, умноженному на 0,7. Заметим, что штрафной коэффициент не может быть меньше 0,1. Также напоминаем, что решения основной задачи с этого момента не проверяются. Будьте внимательными!

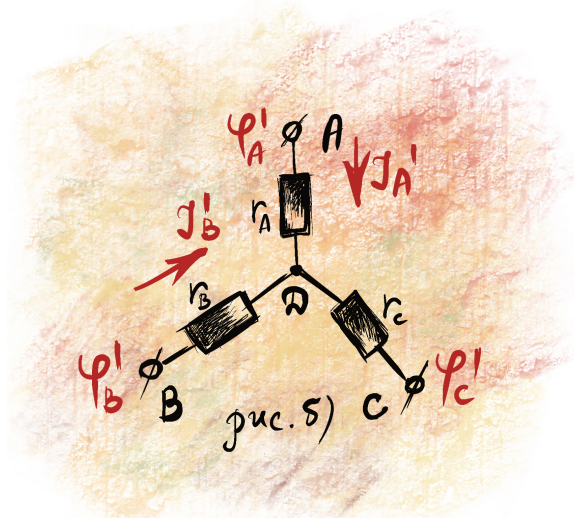
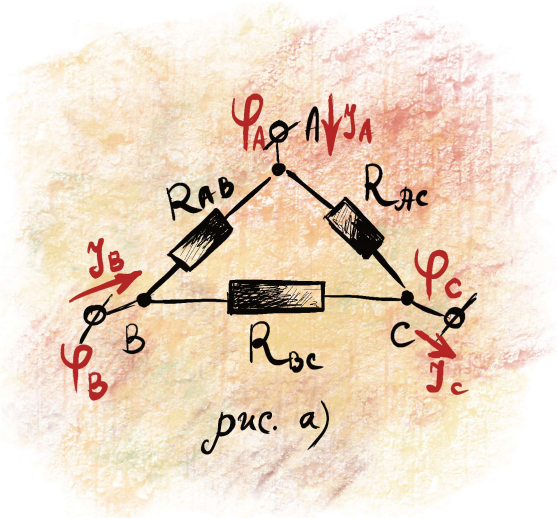
3. Задача состоит из нескольких пунктов. Штрафной множитель, заработанный до **этого** применяется ко всем пунктам. В дальнейшем каждый пункт оценивается как отдельная задача. Если вы присылаете решение без какого-либо пункта, то его решение считается Incorrect. Более подробно о начислении баллов для составных задач смотрите в Правилах проведения Кубка.

Альтернативная задача

1. Трёхполюсник (см. рис. а) с тремя резисторами с сопротивлениями R_{AB} , R_{AC} , R_{BC} подключили тремя выводами к некоторой схеме. Потенциалы узлов A , B , C схемы оказались равными φ_A , φ_B и φ_C соответственно.

1.1 (0 баллов) Выразите силы токов I_A и I_B через величины R_{AB} , R_{AC} , R_{BC} , φ_A , φ_B и φ_C .

Трёхполюсник (см. рис. б) с тремя резисторами с сопротивлениями r_A , r_B , r_C подключили тремя выводами к той же схеме. Потенциалы узлов A , B , C схемы оказались равными φ'_A , φ'_B и φ'_C соответственно.



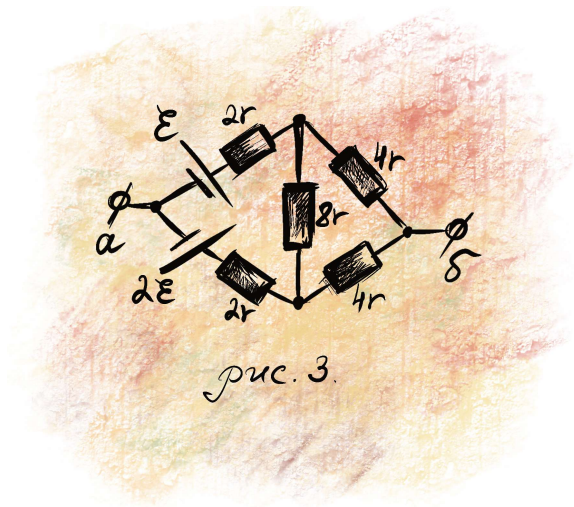
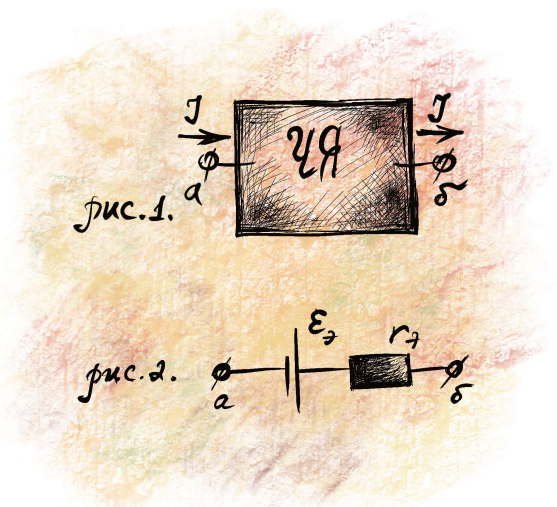
- 1.2. (0 баллов) Выразите силы токов I'_A и I'_B через величины $r_A, r_B, r_C, \varphi'_A, \varphi'_B$ и φ'_C .
- 1.3. (0 баллов) Считая известными r_A, r_B, r_C , найдите такие R_{AB}, R_{AC}, R_{BC} , что трёх-полюсник «треугольник» (см. рис. а) будет эквивалентен трехполюснику «звезда» (см. рис. б) при подключении к любым внешним схемам тремя соответствующими выводами A, B и C. То есть при любых $\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C$ и $\varphi'_A = \varphi_A, \varphi'_B = \varphi_B$ и $\varphi'_C = \varphi_C$ выполняются равенства:

$$I'_A = I_A, \quad I'_B = I_B.$$

2. На рисунке 1 представлен двухполюсник ЧЯ, для которого при любых силах тока I выполняется соотношение:

$$\varphi_B - \varphi_A = A - BI, \tag{1}$$

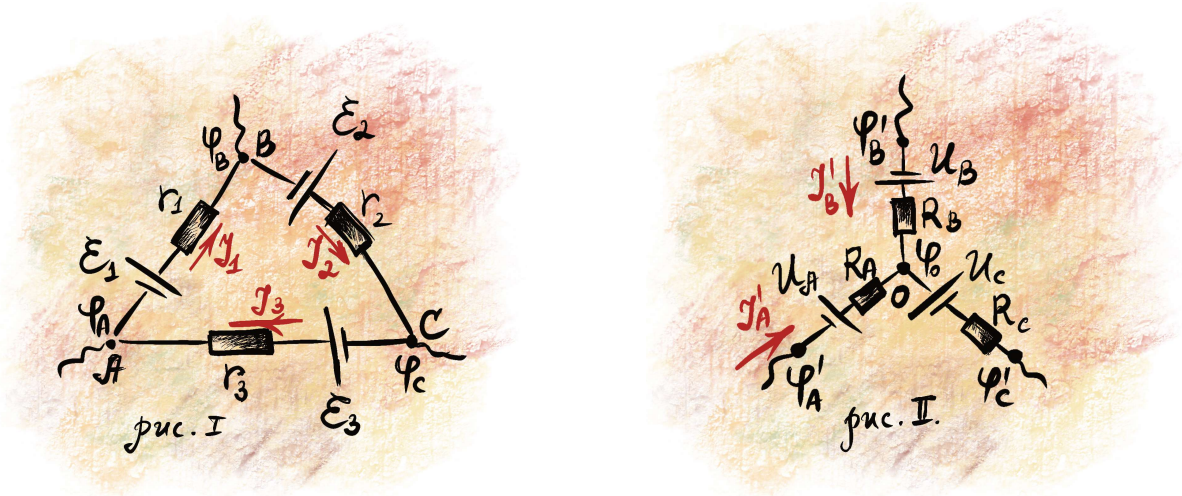
где $A > 0, B > 0$ — известные константы.



ЧЯ можно заменить эквивалентным источником (см. рис. 2).

- 2.1. (1 балл) Определите параметры эквивалентного источника \mathcal{E}_3 и r_3 через параметры ЧЯ A и B.
- 2.2. (2 балла) Покажите, что для двухполюсника на рисунке 3 зависимость $\varphi_B - \varphi_A$ от I имеет вид (1). Определите параметры A и B для этой схемы, считая \mathcal{E} и r известными.

3. На рисунке I представлен активный трёхполюсник типа «треугольник», подключенный к произвольной схеме. Параметры $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3, r_1, r_2, r_3$ считайте известными. Оказалось, что силы токов через ветки трёхполюсника равны I_1, I_2 и I_3 .



3.1. (1 балл) Выразите $\varphi_B - \varphi_A, \varphi_C - \varphi_B$ и $\varphi_A - \varphi_C$ через силы токов I_1, I_2 и I_3 и параметры трёхполюсника на рис. I.

На рисунке II представлен активный трёхполюсник типа «звезда», подключенный к той же схеме. Параметры $U_A, U_B, U_C, R_A, R_B, R_C$ считайте известными. Оказалось, что силы токов через ветки трёхполюсника равны I'_A, I'_B .

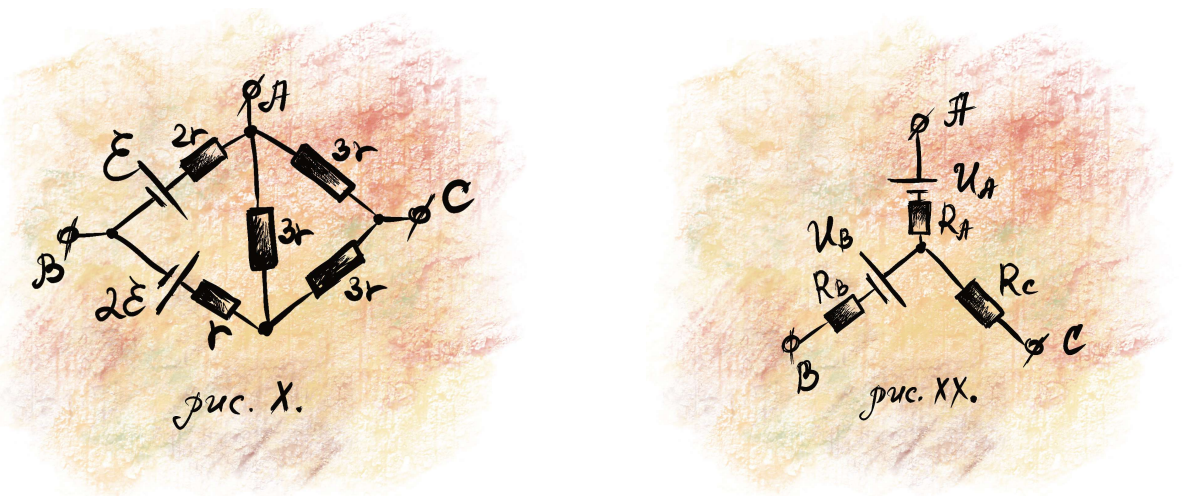
3.2. (1 балл) Выразите $\varphi_O - \varphi'_A, \varphi_O - \varphi'_B$ и $\varphi_O - \varphi'_C$ через силы токов I'_A, I'_B и параметры трёхполюсника II.

3.3. (2 балла) Считая известными $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3, r_1, r_2, r_3$, найдите такие $U_A, U_B, U_C, R_A, R_B, R_C$, что трёхполюсник II эквивалентен трёхполюснику I при подключении к любым внешним схемам. То есть при любых $\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C$ и $\varphi'_A = \varphi_A, \varphi'_B = \varphi_B$ и $\varphi'_C = \varphi_C$ выполняются равенства:

$$I'_A = I_1 - I_3, \quad I'_B = I_2 - I_1.$$

3.4. (0 баллов) Чему равны U_A и U_C эквивалентного трёхполюсника II из предыдущего пункта, если положить $U_B = 0$?

4. На рисунке X представлен активный трёхполюсник X с известными параметрами \mathcal{E} и r .



- 4.1. (1 балл) Докажите, что данный трёхполюсник X можно преобразованиями «треугольник» — «звезда», разобранными в предыдущем пункте, привести к эквивалентному трёхполюснику типа «звезда» (см. рис. XX).
- 4.2. (2 балла) Определите параметры U_A, U_B, R_A, R_B, R_C эквивалентного трёхполюсника XX, изображенного на рисунке XX.