

Задание 3

Катушка, обладающая индуктивностью L , соединена с источником питания с ЭДС E и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения показана на рис. 1. В начальный момент ключ в цепи разомкнут.

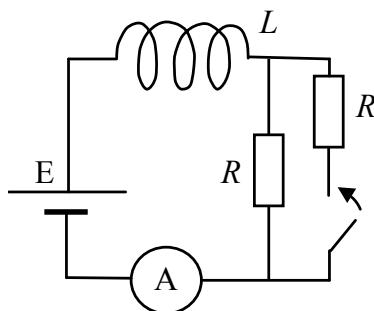


Рис. 1

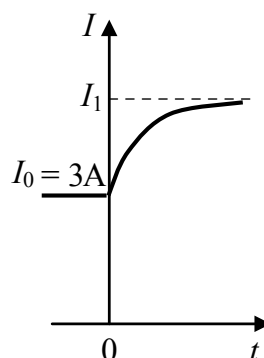


Рис. 2

В момент времени $t = 0$ ключ замыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как показано на рис. 2. Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при замыкании ключа сила тока плавно увеличивается до некоторого нового значения – I_1 . Определите значение силы тока I_1 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Возможное решение	
1. Сила тока определяется законом Ома для полной цепи: $IR_{\text{полн}} = E + E_{\text{св}}$, где I – сила тока в цепи, $R_{\text{общ}}$ – сопротивление цепи, а $E_{\text{св}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ – ЭДС самоиндукции, возникающая только при изменении силы тока, и препятствующая его изменению согласно правилу Ленца. 2. До замыкания ключа $R_{\text{полн}} = R$, сила тока через амперметр определяется законом Ома для замкнутой цепи: $I_0 = \frac{E}{R}$. 3. При замыкании ключа сопротивление цепи скачком уменьшается в 2 раза, но ЭДС самоиндукции препятствует изменению силы тока через катушку. Поэтому сила тока через катушку при замыкании ключа не претерпевает скачка. 4. Постепенно ЭДС самоиндукции уменьшается до нуля, а сила тока через катушку плавно возрастает до стационарного значения: $I_1 = 2 \frac{E}{R} = 2I_0 = 6 \text{ А}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: значение силы тока – п. 4) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: закон Ома для полной цепи, явление самоиндукции)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков: В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств,	2

определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Работа 3.1 (3 балла)

В данной схеме ток протекает по одному резистору, когда переключатель КЦОЗ, то ток течёт по двум параллельным резисторам (R_1, R_2) потому сила тока увеличивается в два раза из-за параллельного соединения и равна $I_2 = 6$.

$I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{R}$; $I_0 = \frac{2\mathcal{E}_0}{R}$; $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$; $\mathcal{E}(BDC)$ - препятствует изменению тока и когда ток перестанет изменяться (увеличиваться), то $\mathcal{E}$ - пропадёт.

В работе дан правильный ответ (отсутствие единиц измерения в ответе в данном случае может расцениваться как описка, так есть явное указание на то, что сила тока увеличивается в два раза). Есть указания на все законы и явления, перечисленные в критериях.

Работа 3.2 (2 балла)

Сила тока в цепи увеличивается постоянно, т.к. в цепи находится катушка. При замыкании ключа сопротивление цепи увеличивается в 2 раза. Следовательно, сила тока начинает возрастать, и при увеличении I , в катушке происходит изменение магнитного потока, создаваемый этим током. Появляется ЭДС индукции в катушке. ЭДС препятствует росту силы тока.

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = 3 \text{ A}$

$I_1 = \frac{2\mathcal{E}}{R} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ A}$

Ответ: $I_1 = 6 \text{ A}$.

Дан верный ответ, в объяснении присутствуют указания на закон Ома для полной цепи и описано явление самоиндукции. Первая фраза является неверной, но отнесена к лишним записям.

Работа 3.3 (2 балла)

С1. По правилу Ленца при уменьшении или увеличении силы тока в цепи, в катушке возникает индукционный ток, который противодействует тому изменению магнитного потока, на который его вызывают.

При замыкании ключа ток катушки будет проходить через оба резистора, в результате чего общая сила тока будет равна $2I_0$, откуда сила тока $I_{\text{общ}} = 2I_0$, т.е. $I_{\text{общ}} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ A}$.

Ответ: 6 A .

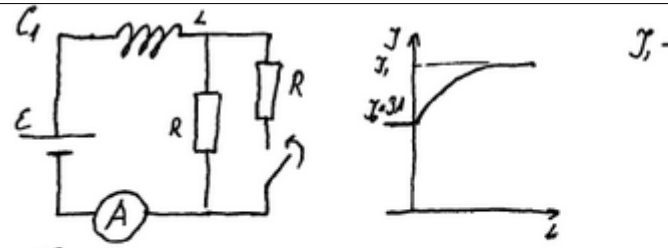
Дан правильный ответ, но нет указания на закон Ома для полной цепи и есть логический недочет в формулировке правила Ленца. Поскольку недостатки решения не суммируются, итоговый результат – 2 балла.

Работа 3.4 (1 балл)

а) При замыкании ключа, сила тока в цепи быстро растёт, потому что в цепи параллельно включается дополнительный резистор с сопротивлением сопротивлением, следовательно, общее сопротивление цепи будет определяться по формуле $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$. Таким образом, отталкиваясь на Закон Ома для полной цепи ($I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$), сопротивление, которое стоит в знаменателе равно удвоится, а сила тока, которая находится в обратной зависимости (обратно пропорциональна) от сопротивления также удвоится. б) Если при сопротивлении источника было, значит сила будет удваиваться $I_1 = 2I_0 = 2 \cdot 3 \text{ А} = 6 \text{ А}$
 Ответ: 6 А.

Дан правильный ответ, но не указано явление самоиндукции. При этом плавность изменения силы тока объясняется ошибочно. Таким образом, указаны не все необходимые явления и законы, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.

Работа 3.5 (1 балл)



$I_1 = ?$

При замыкании ключа I (сила тока) начинает возрастать. Это происходит из-за того, что когда ключ замкнут, установилось параллельное сопротивление (R) следовательно оно уменьшилось в два раза, т.к. резисторы одинаковы. Из закона Ома для полной цепи следует: $\mathcal{E} = \frac{I_0}{R+r}$
 т.к. r - пренебрегается, а R уменьшилось в два ($\frac{1}{2} R$) $\mathcal{E} = \frac{I_0 \cdot 2}{R} \Rightarrow$
 $I_1 = I_0 \cdot 2 = 3 \text{ А} \cdot 2 = 6 \text{ А}.$
 Ответ: 6 А.

Дан верный ответ, имеются рассуждения, направленные на решение задачи. Полностью отсутствует указание на явление самоиндукции, формула закона Ома написана ошибочно.