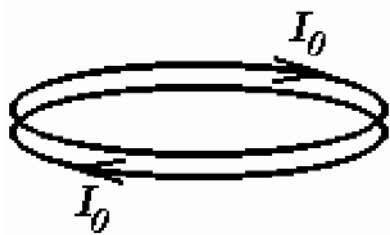


Условие

4. (10 баллов). Два одинаковых сверхпроводящих кольца расположены рядом друг с другом. Индуктивность каждого кольца равна L . По каждому из колец в одном направлении протекает ток силой I_0 . Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы разнести кольца на большое расстояние?



Решение

11.4 При взаимном движении колец будет изменяться магнитный поток поля, создаваемого одним кольцом, через другое, что приведет к появлению ЭДС индукции и, следовательно, изменению силы тока, что, в свою очередь, вызовет возникновение ЭДС самоиндукции. Так кольца являются сверхпроводящими, то суммарная ЭДС должна быть равна нулю. Из закона электромагнитной индукции

$$E = -\frac{d\Phi}{dt} = 0, \quad (1)$$

следует постоянство магнитного потока через каждое кольцо. Когда кольца будут разнесены на очень большое расстояние, этот поток будет создаваться только током в самом кольце. В начальном состоянии поток создавался током силой $2I_0$, следовательно, при удалении колец ток в каждом из них увеличится в два раза, то есть станет равным $2I_0$. Работа по разнесению колец пойдет на увеличение энергии магнитного поля, поэтому будет равна

$$A = 2 \frac{L(2I_0)^2}{2} - \frac{L(2I_0)^2}{2} = 2LI_0^2. \quad (2)$$