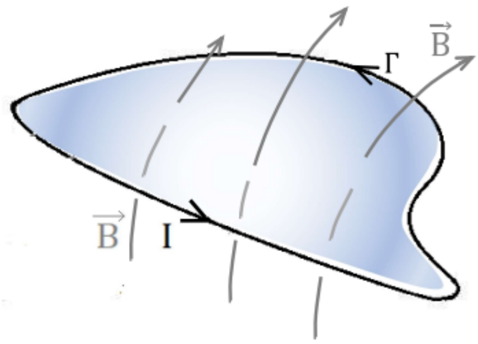
Индуктивность. Явление самоиндукции.

Рассмотрим тонкий замкнутый провод (контур), по которому течёт постоянный ток I.



Пусть S_Γ — как и прежде, некоторая поверхность, опирающаяся на этот контур, вектор площади которой связан с направлением тока в проводе по правилу «правого» винта. Будем считать, что в пространстве рядом с ними нет ферромагнетиков. Опыты показывают, что между током в контуре I и магнитным потоком Φ через поверхность, опирающуюся на контур, существует линейная зависимость (прямая пропорциональность): $\Phi \sim I$. Если удвоить силу тока в проводе, то магнитным поток также удвоится. Такую связь между током и потоком можно объяснить, используя закон Био – Савара (см. §19):

$$\vec{B} = \oint_\Gamma \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I \cdot \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3} = I \cdot \underbrace{\oint_\Gamma \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}}_{\vec{b}(\vec{r})}, \text{ т.е. } B \sim I$$

и определение потока вектора:

$$\Phi = \int_{S_\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_{S_\Gamma} I \cdot \vec{b}(\vec{r}) \cdot d\vec{S} = I \cdot \int_{S_\Gamma} \vec{b}(\vec{r}) \cdot d\vec{S}, \text{ т.е. } \Phi \sim I.$$

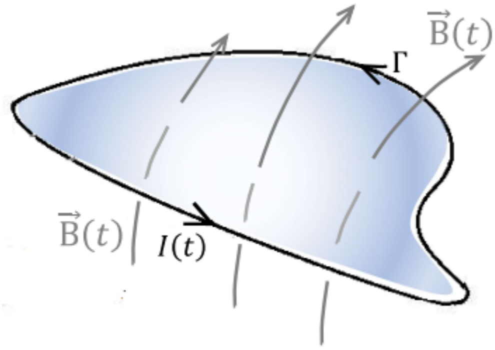
А значит магнитный поток через контур можно написать, как

$$\Phi = L \cdot I,$$

где L — коэффициент, называемый *индуктивностью* контура. В соответствии с введённым направлением обхода контура получается, что Φ и I всегда имеют одинаковые знаки, что означает следующее: L — величина существенно положительная.

$$\boxed{L \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\Phi}{I}.}$$

Индуктивность L зависит от формы и размеров контура, а также от магнитных свойств окружающей среды. Если контур жёсткий и рядом с ним нет ферромагнетиков, индуктивность является постоянной величиной, не зависящей от силы тока в проводе I.



Если теперь в рассматриваемом нами замкнутом проводе (контуре) с током величина последнего будет изменяться со временем: $I = I(t)$, то магнитное поле этого тока будет также изменяться $\vec{B} = \vec{B}(t)$. Это влечёт за собой изменения магнитного потока через контур $\Phi = \Phi(t)$, а следовательно, и появление в нём ЭДС индукции (см. §26):

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}.$$

Таким образом, изменение тока в контуре ведёт к появлению ЭДС индукции в этом же самом контуре. Данное явление называется *самоиндукцией*, а ЭДС обозначается $-\ \mathcal{E}_s$:

$$\mathcal{E}_s = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(L \cdot I).$$

Если при изменении тока индуктивность не изменяется (не меняется форма контура и рядом нет ферромагнетиков) $L = const$, то

$$\boxed{\mathcal{E}_s = -L\frac{dI}{dt}.}$$