

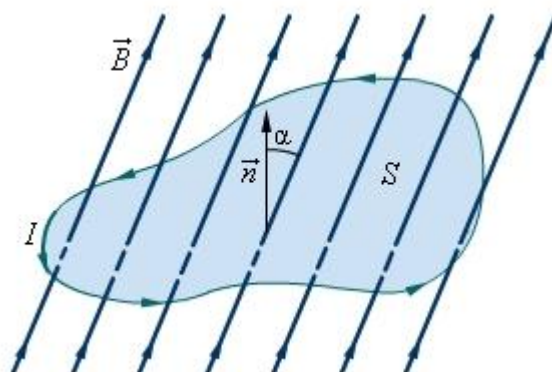
3.4 Электромагнитная индукция

3.4.1 Поток вектора магнитной индукции

Магнитный поток (поток вектора индукции магнитного поля) через плоскую поверхность – произведение модуля вектора магнитной индукции на площадь поверхности и на косинус угла между вектором магнитной индукции и вектором нормали (перпендикуляра) к поверхности.

$$\Phi = BS \cos \alpha, [\Phi] = \text{Вб}$$

На рисунках магнитный поток пропорционален числу силовых линий магнитного поля, пронизывающих поверхность



3.4.2 Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции

Электромагнитная индукция – явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре при любом изменении магнитного потока, пронизывающего этот контур. Возникающий в контуре ток называют индукционным.

- Явление электромагнитной индукции наблюдается в опыте Фарадея. Если в катушку, соединенную с гальванометром, вдвигать (или выдвигать) постоянный магнит, то стрелка гальванометра будет отклоняться. Значит, в катушке индуцируется электрический ток. Причем, ток будет тем больше, чем больше скорость движения магнита относительно катушки.

- Электромагнитная индукция – явление возникновения ЭДС контуре при любом изменении магнитного потока, пронизывающего этот контур. Возникающую в контуре электродвижущую силу называют ЭДС индукции.

- Электромагнитная индукция – явление возникновения вихревого электрического поля при любом изменении магнитного поля.

3.4.3 Закон электромагнитной индукции Фарадея

В первой половине XIX века английский физик М. Фарадей экспериментально установил закон электромагнитной индукции: ЭДС индукции, возникающая в контуре, пропорциональна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего этот контур.

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Если контур состоит из нескольких последовательно соединенных витков (катушка), которые пронизываются одним и тем же магнитным потоком, то ЭДС индукции в контуре равна:

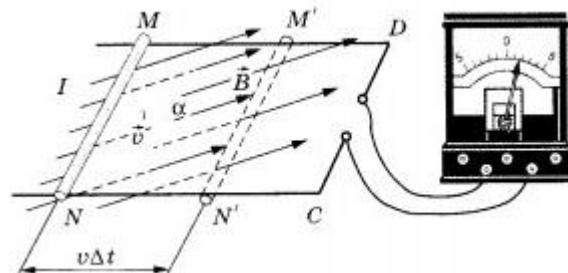
$$\mathcal{E}_i = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

3.4.4 ЭДС индукции в прямом проводнике длиной l, движущемся со скоростью V, в однородном магнитном поле B.

Электродвижущая сила индукции в проводнике MN равна, по определению, отношению работы по перемещению заряда q к этому заряду:

$$\mathcal{E}_i = \frac{A}{|q|} = VBl \sin \alpha$$

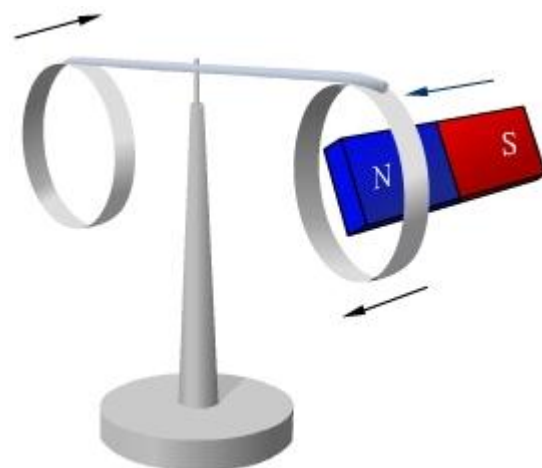
Эта формула справедлива для любого проводника длиной l, движущегося со скоростью $\vec{v}$ в однородном магнитном поле.



3.4.5 Правило Ленца

Правило Ленца: индукционный ток всегда имеет такое **направление**, при котором созданное им индукционное магнитное поле компенсирует то изменение магнитного потока, которое порождает этот индукционный ток.

Принцип компенсации в правиле Ленца подтверждается при наблюдении взаимодействия замкнутого алюминиевого кольца с постоянным магнитом. Кольцо всегда движется в ту же сторону, что и магнит. На рисунке показан момент приближения магнита, от которого кольцо отталкивается



3.4.6 Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции.

Электрический ток, протекающий в контуре, создает в окружающем пространстве магнитное поле. Это поле, пронизывая порождающий его контур, приводит к появлению собственного магнитного потока через контур. При этом собственный магнитный поток всегда прямо пропорционален силе тока, порождающего этот поток.

Индуктивность – коэффициент пропорциональности между силой тока в контуре и создаваемым этим током магнитным потоком через контур:

$$\Phi = LI, [L] = \text{Гн (Генри)}$$

Самоиндукция – явление электромагнитной индукции в замкнутом контуре, возникающее при изменении электрического тока, протекающего в этом контуре.

Если в процессе изменения силы тока в контуре не наблюдается других изменений, то из закона электромагнитной индукции следует равенство, называемое законом самоиндукции:

$$\mathcal{E}_c = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

3.4.7 Энергия магнитного поля катушки с током

Энергия магнитного поля, создаваемого током I , протекающим в проводнике с индуктивностью L , определяется по формуле:

$$W = \frac{LI^2}{2}$$