

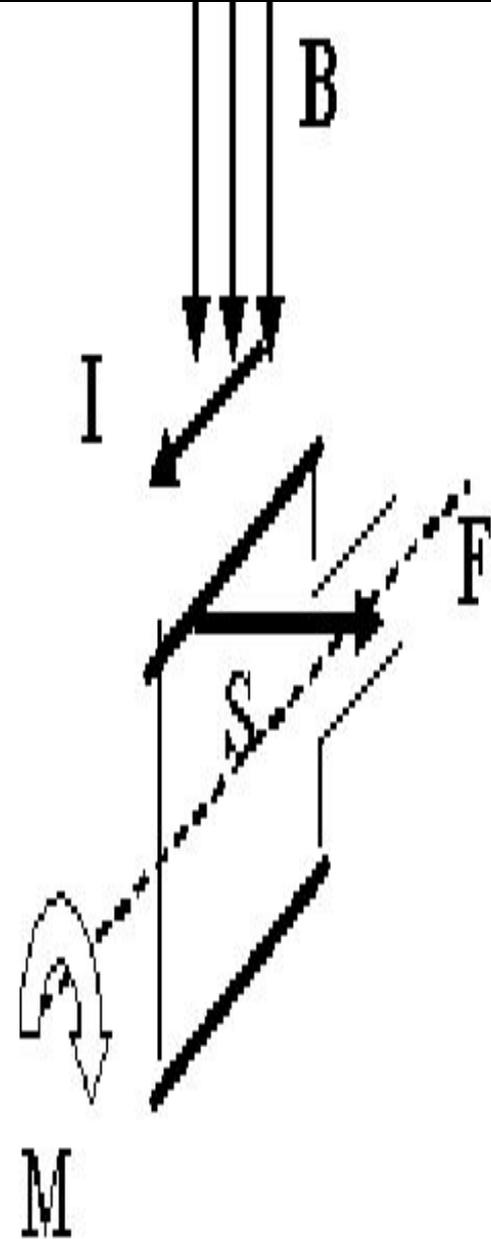
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

1. Магнитное поле

- Магнитное поле является одной из составляющих электромагнитного поля.
- Магнитное поле создается:
 - Проводниками с током;
 - Движущимися электрически заряженными частицами и телами;
 - Намагниченными телами;
 - 4. Переменным электрическим полем.

- Силовой характеристикой магнитного поля является **вектор индукции** магнитного поля \mathbf{B} . Единицей магнитной индукции является тесла 1 [Тл].
- Если рамка с током внесена в магнитное поле, то образуется взаимодействие полей внешнего поля и поля, от тока рамки. Магнитные свойства поля можно количественно оценить вектором $[\mathbf{B}]$ магнитной индукции.
- Магнитная индукция $[\mathbf{B}]$ определяется отношением максимального момента силы (M), действующего на рамку, к величине тока в рамке (I) и ее площади (S):
- 1 Тесла – единица магнитной индукции названа в честь чешского ученого 19 века Теслы.

$$B = M/IS$$



$$1 \text{ Тл} = 1 \text{ Нм/Ам}^2 ;$$

$$1 \text{ Тл} = \text{Вс/м}^2 ;$$

Рис. 148. Действие вектора магнитной индукции.

- Линии магнитной индукции - воображаемые линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора \mathbf{B} .

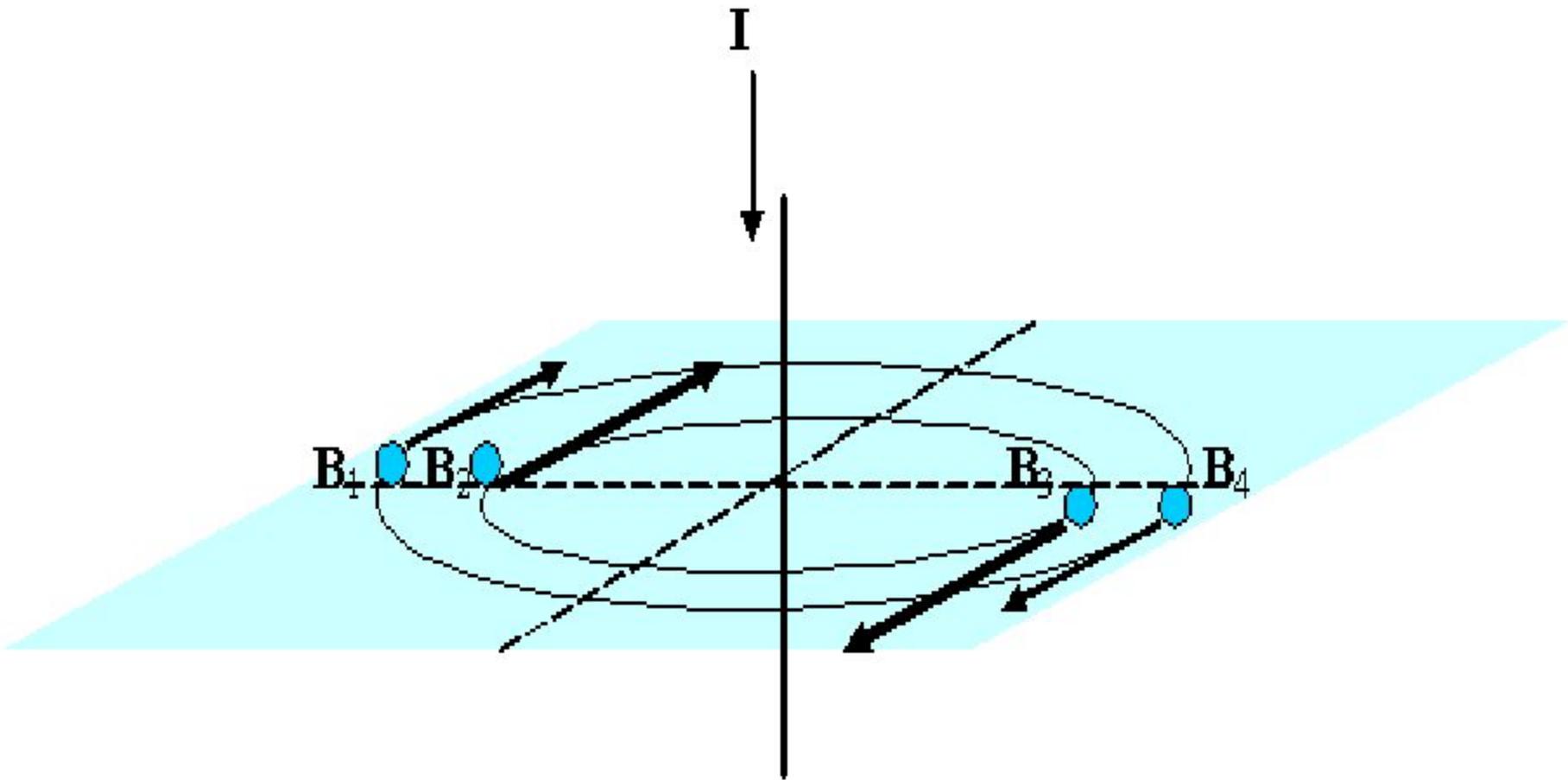
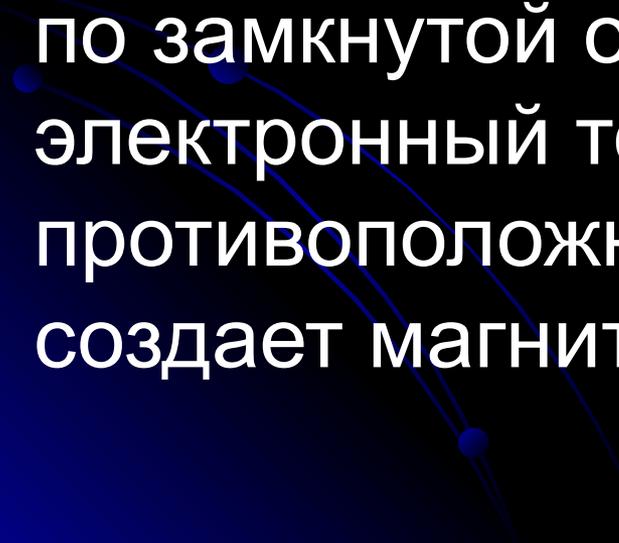


Рис. Линии и векторы магнитной индукции.

- Линии магнитной индукции замкнуты. Это означает, что в природе отсутствуют свободные магнитные заряды (магнитные массы).
 - Магнитное поле создается и электрически заряженными частицами, наименьшей из которых является электрон. Каждый электрон, движущийся в атоме вокруг ядра по замкнутой орбите, представляет собой электронный ток, текущий в направлении, противоположном движению электронов. Он создает магнитное поле.
- 

- *Магнитные свойства вещества определяются электронными токами.*
- Магнитный момент атома определяется движением электронов по орбите, создающими *орбитальный момент* и вращением самого электрона вокруг своей оси создающее *спиновый (spin-вращение) момент* электрона - собственный механический момент количества движения.

- В результате сложение отдельных векторов магнитной напряженности у ферромагнетика появляется результирующий вектор магнитной напряженности всего домена. Под действием внешнего магнитного поля домены приобретают единую направленность по магнитному полю, которая сохраняется и после снятия внешнего поля. Получается постоянный.



Закон Ампера

- На электрический заряд, движущийся в магнитном поле, действует *сила Лоренца*, модуль которой равен:

$$F_{\text{Л}} = qvB \sin \alpha \quad [\text{Н}].$$

q - величина заряда,

v - скорость заряда,

B - модуль индукции магнитного поля,

α - угол между B и v .

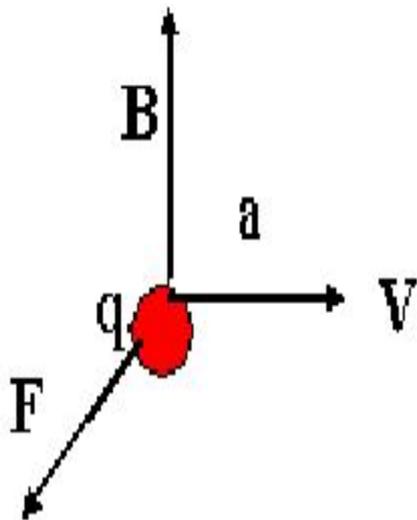


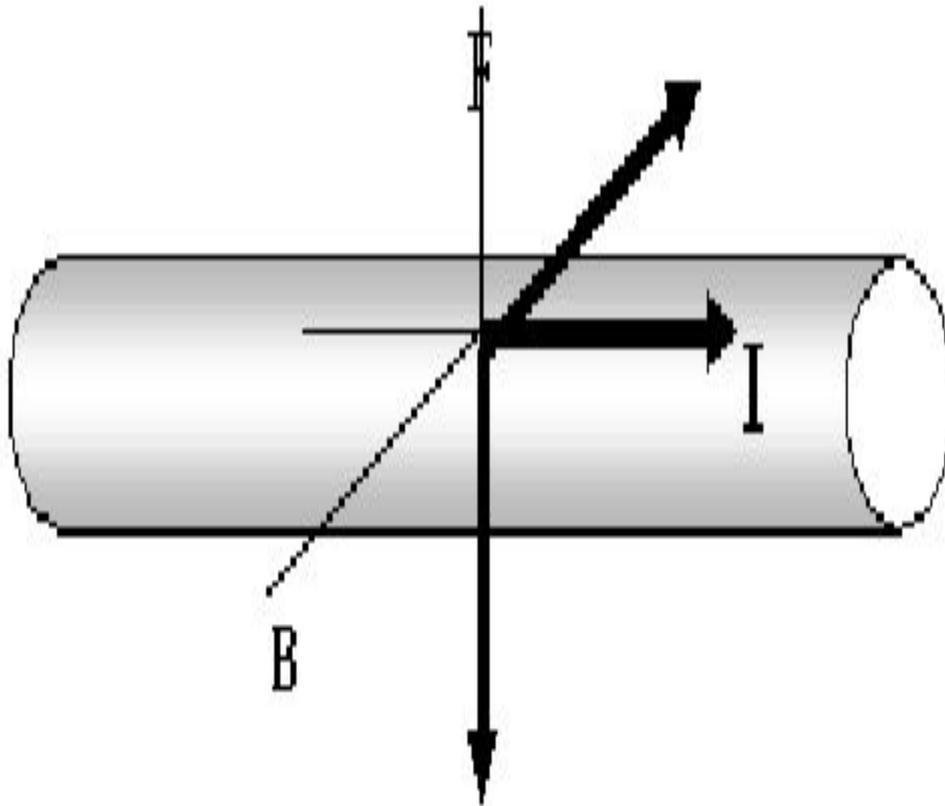
Рис. Действие силы Лоренца на движущийся заряд.

- Векторы силы Лоренца $[F_L]$, магнитной индукции поля $[B]$ и скорости движения заряда $[V]$ лежат во взаимно перпендикулярных плоскостях. Направление действия силы Лоренца определяется по правилу левой руки (Вектор B перпендикулярен ладони, вектор скорости движения заряда V направлен по пальцам левой руки, отставленный большой палец показывает направление силы Лоренца F) На проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует сила, смещающая его. Эта сила называется силой Ампера.

- *Закон Ампера- на малый отрезок проводника с током силы I и длиной ΔL , помещенный в однородное магнитное поле с индукцией B , действует сила ΔF , модуль которой равен*

- Рис. Направление векторов действующих сил в законе Ампера.

$\Delta F = I \Delta L B \sin \alpha$ α - угол между направлением вектора B и направлением I



- Закон Ампера объясняет притяжение или отталкивание двух проводников, по которым течет электрический ток.

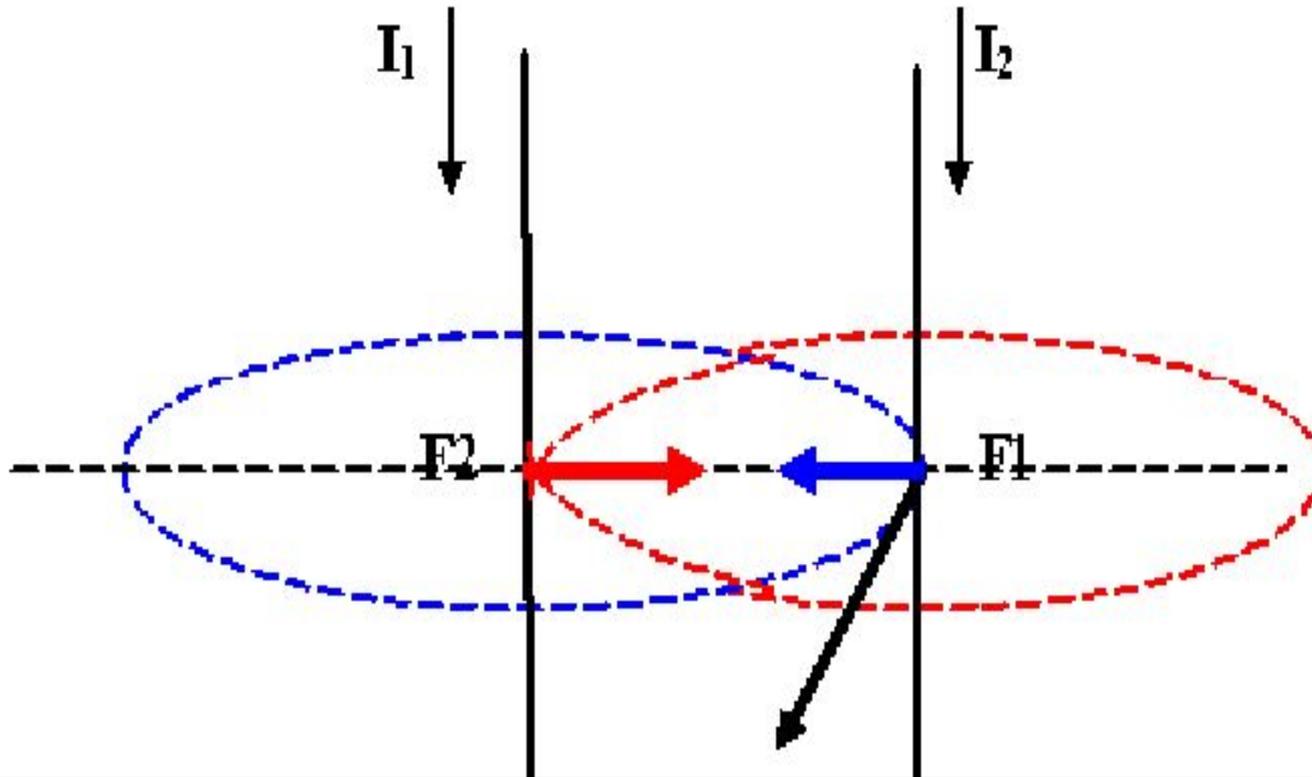


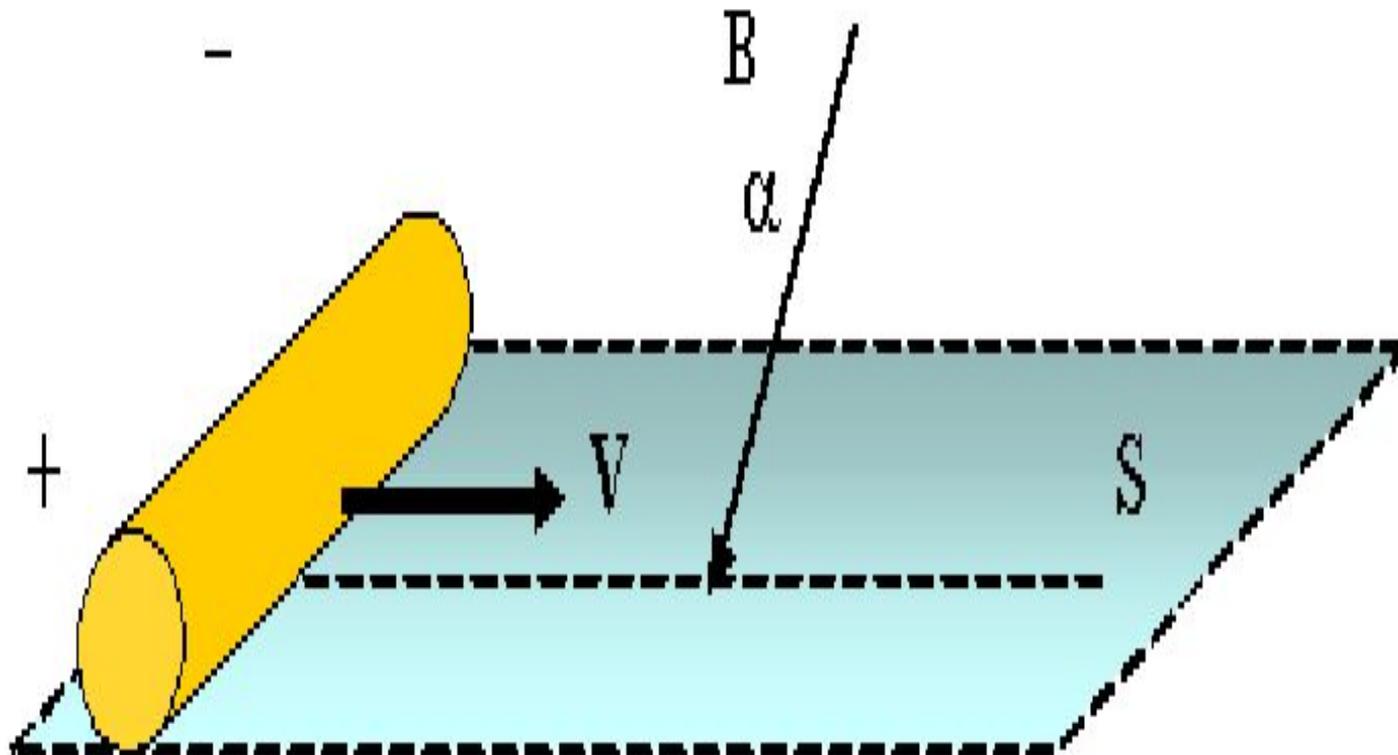
Рис. При одинаковом направлении токов, проводники притягиваются.

- Силы Лоренца и силы Ампера являются основой принципа действия электрических машин - преобразователей электромагнитной энергии в механическую энергию вращения и наоборот.
- Явление электромагнитной индукции сопровождается возникновением индуцированного электрического поля вокруг проводника под действием переменного магнитного поля. Это явление впервые обнаружил Фарадей. Индуцированное электрическое поле, подобно магнитному, является вихревым, то есть полем, линии векторов магнитной индукции которого замкнуты.

Электромагнитная индукция

- Электромагнитная индукция - это возникновение электродвижущей силы в проводнике при *пересечении* им магнитного поля.
- Скалярное произведение модуля вектора магнитной индукции на величину площадки, которую пересекают магнитные линии, называется магнитным потоком $[\Phi]$:
 - $\Phi = BN S$ [Вб]. $1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл м}^2$
 - $BN = B \cos(\alpha)$.
 - Магнитный поток измеряется в веберах [Вб].

- Рис. Возникновение ЭДС электромагнитной индукции



- Величина наведенной ЭДС определяется законом Фарадея:
- $\varepsilon = - \Delta\Phi/\Delta t$; [В].
- *Величина электродвижущей силы прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока.*
- Это определение называется основным законом электромагнитной индукции.

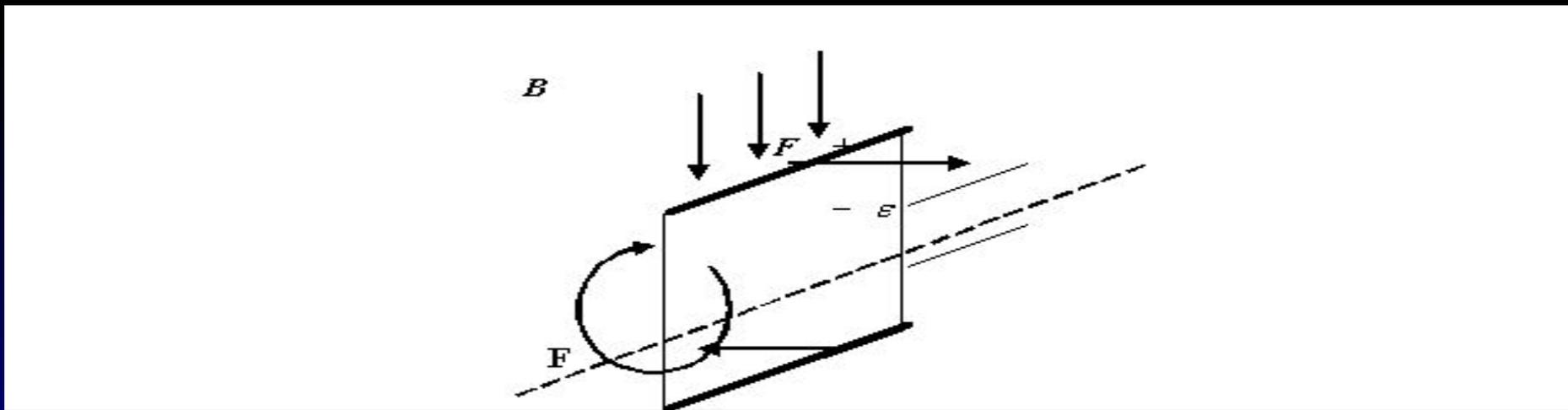
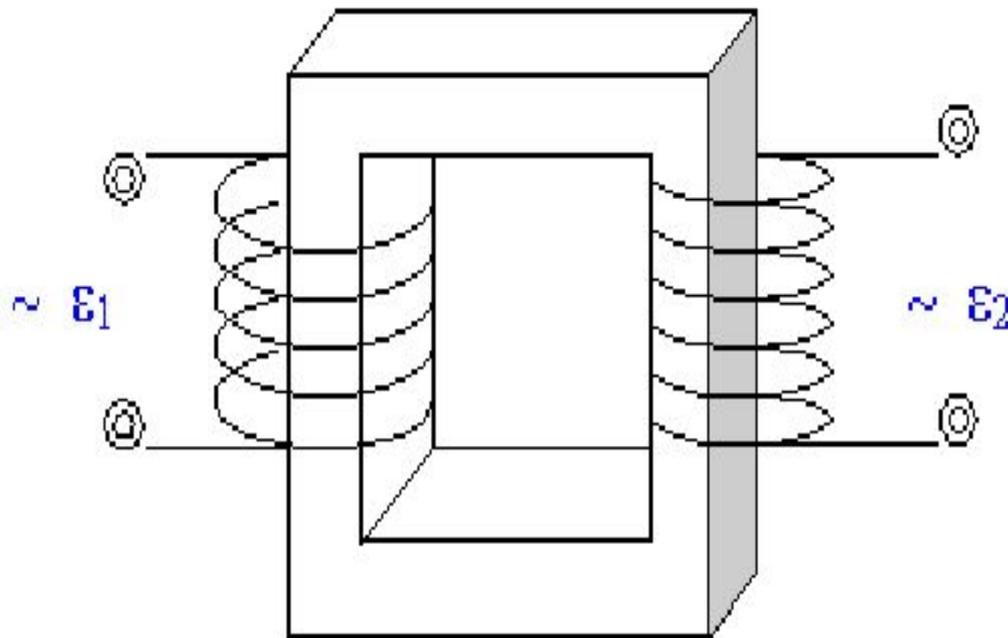


Рис. Образование ЭДС при вращении рамки в магнитном поле.

- Явление электромагнитной индукции позволяет решить вопрос о преобразовании переменной ЭДС одной величины в другую.
- Для этого используют две рядом расположенные катушки индуктивности, объединенные общим магнитопроводом (ферромагнетиком, уменьшающим потери магнитной энергии в среде). К одной из катушек (она называется первичной) подключается переменная ЭДС, создающая переменное магнитное поле, переменное магнитное поле пронизывая витки (обмотки) второй катушки генерирует в ней *переменную ЭДС электромагнитной индукции* (вторичная ЭДС).
- Процесс подобного преобразования ЭДС называется *взаимной электромагнитной индукцией*.

- Явление электромагнитной взаимной индукции используется в трансформаторах - устройствах преобразующих величины переменной ЭДС или напряжения замкнутой электрической цепи.



Трансформатор.