

ЭЛЕКТРОТЕХНИ КА

МАГНИТНАЯ ЦЕПЬ

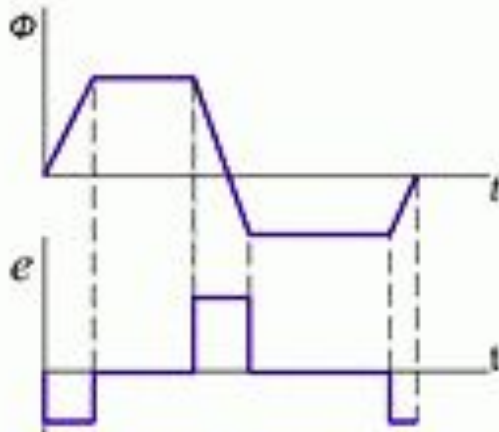
Преподаватель:
Жерневская И. Е.

Закон электромагнитной индукции

ЭДС, индуцируемая в проводнике при изменении магнитного потока, равна скорости изменения этого потока

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$

• Знак $-$ говорит о том, что ЭДС стремится ослабить причину, ее вызывающую

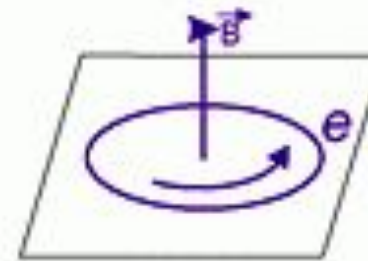


Зависимость ЭДС от изменения магнитного потока

ЭДС, наводимая в обмотке переменным магнитным полем

$$e = -\frac{d\Psi}{dt} = -\omega \frac{d\Phi}{dt}, \text{ где}$$

ω - число витков обмотки,
 Ψ - потокосцепление



Положительное направление наведенной ЭДС определяется по правилу правоходового винта.

ЭДС самоиндукции ЭДС, наводимая в контуре при изменении тока в этом же контуре $\Psi = Li$, где L индуктивность

$$e_L = -\frac{d\Psi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

Задача

Магнитный поток сквозь замкнутый контур убывает равномерно на $3 \cdot 10^{-5}$ Вб за каждую микросекунду. Определить ЭДС индуктированную в контуре?

Решение

При равномерном изменении магнитного поля ЭДС индукции можно определить по формуле $e = -d\Phi / dt = -\Delta\Phi / \Delta t$, где $\Delta\Phi$ – приращение магнитного потока; Δt – приращение времени.

По условию $\Delta\Phi = -3 \cdot 10^{-5}$ Вб; $\Delta t = 10^{-6}$ с

и ЭДС $e = -\Delta\Phi / \Delta t = -(-3 \cdot 10^{-5}) / 10^{-6} = 30$ В.

Закон электромагнитной индукции

Постоянное магнитное поле может наводить в проводнике ЭДС при движении проводника относительно магнитного поля.

Величина ЭДС

$$e = BlV, \text{ где}$$

B - магнитная индукция поля,

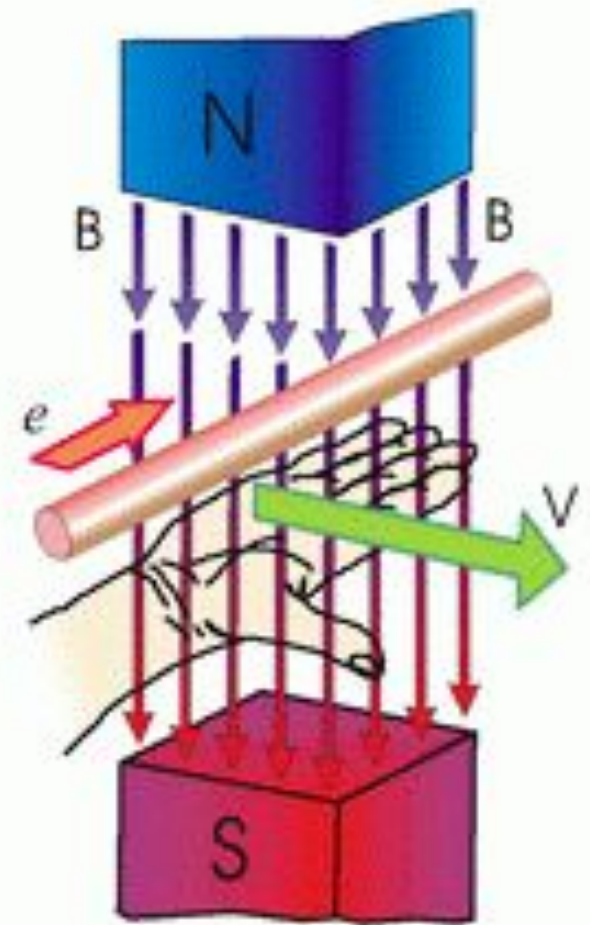
l - активная длина

проводника,

V - скорость перемещения

проводника.

Направление ЭДС

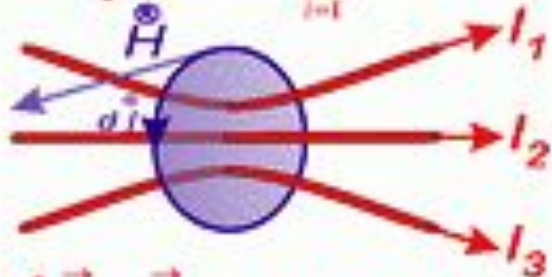


Правило правой руки.

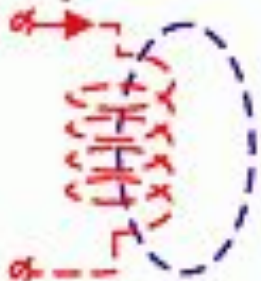
Закон полного тока

Интервал от вектора напряженности магнитного поля вдоль любого замкнутого контура равен алгебраической сумме токов, охваченных этим контуром.

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = \sum_{i=1}^n I_i$$

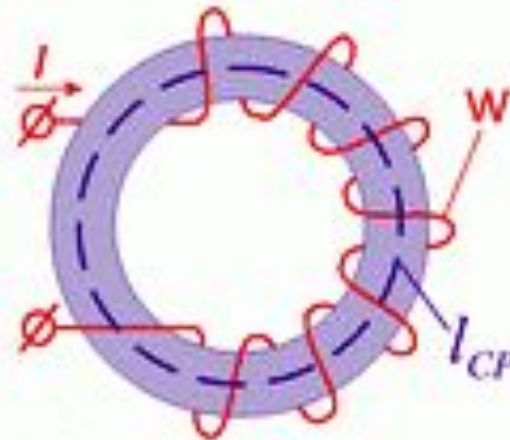


$$\oint \vec{H} d\vec{l} = I_1 + I_2 - I_3$$



Для обмотки

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = I\omega$$



Для однородной магнитной цепи

$$Hl_{CP} = I\omega,$$

где l_{CP} - длина средней силовой линии

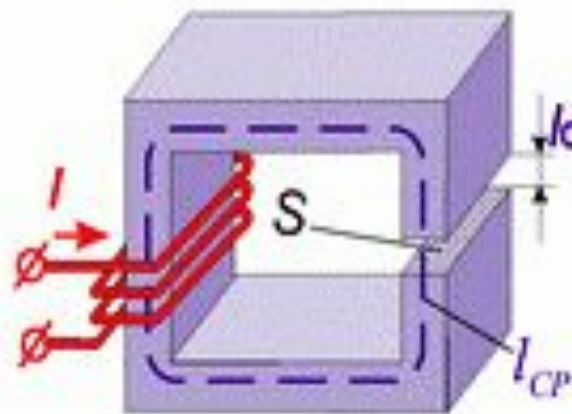
где $I\omega$ - магнитодвижущая сила (МДС)

Для неоднородной магнитной цепи с воздушным зазором

$$I\omega = Hl + H\delta l\delta$$

где H - напряженность магнитного поля в сердечнике,

$H\delta$ - напряженность магнитного поля в зазоре



Задача

Определить средние значения напряженности и магнитной индукции поля кольцевой катушки имеющей 1570 витков, если внутренний радиус катушки $R_1 = 8$ см, внешний радиус $R_2 = 12$ см, ток $I = 4$ А; у материала магнитопровода можно принять $\mu_r = 1$.

Решение

Определяем средний радиус магнитной линии:

$$R_{\text{cp}} = (R_1 + R_2) / 2 = (8 + 12) / 2 = 10 \text{ см.}$$

Напряженность магнитного поля в точках, расположенных на средней магнитной линии находим по формуле:

$$H_{\text{cp}} = \omega I / 2\pi R_{\text{cp}} = 4 \cdot 1570 / 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 = 10000 \text{ А/м.}$$

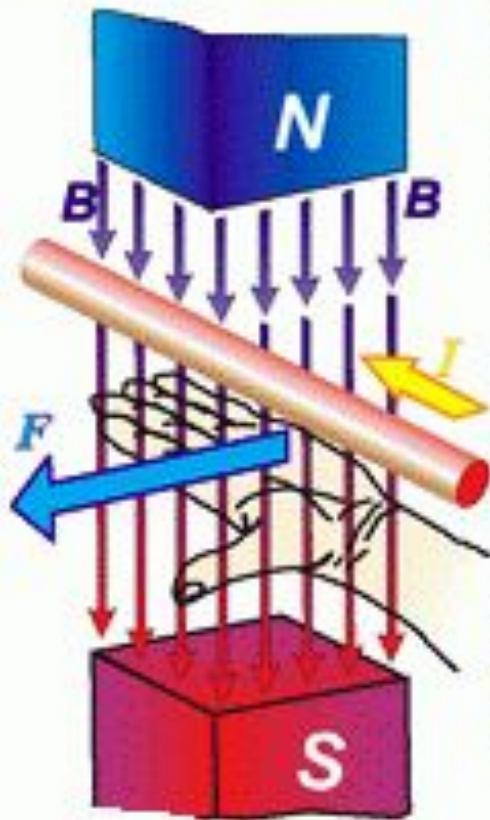
Магнитная индукция в этих же точках

$$B_{\text{cp}} = \mu_0 H_{\text{cp}} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^4 = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл.}$$

Механические силы в магнитном поле

В магнитном поле на проводники с током, на заряженные частицы, на ферромагнитные тела действуют механические силы.

На проводнике с током действуют механические силы F , направление которых зависит от направления тока.



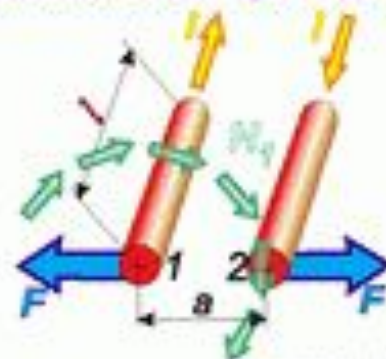
Направление силы определяется правилом левой руки.

Величина силы

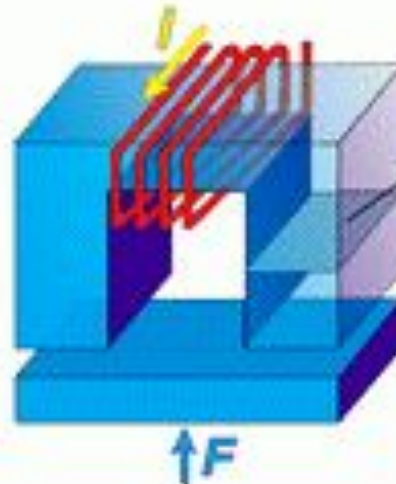
$$F = BIL \text{ , где}$$

l - активная длина проводника,
 I - ток в проводнике,
 B - магнитная индукция поля.

Два параллельных проводника с током



Подъемная сила электромагнита



$$F = \frac{B^2}{2\mu_0} S \text{ , где}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$$

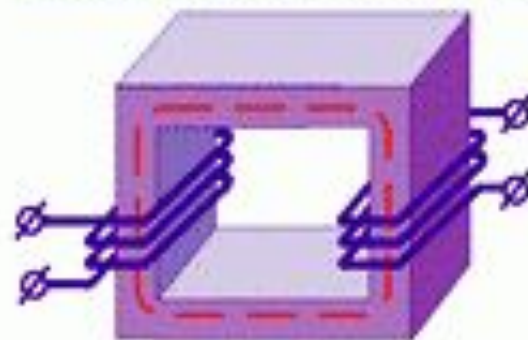
S - полное сечение воздушного зазора [м²],
 B - магнитная индукция поля [Т]

Примеры магнитных цепей

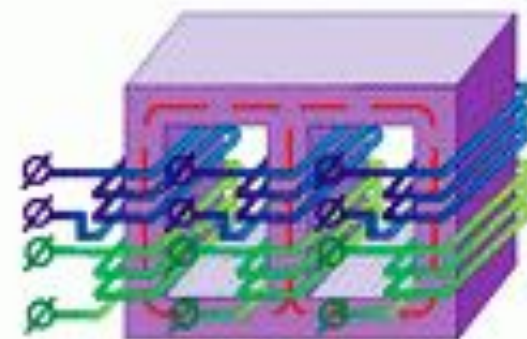
Однородная магнитная цепь



Катушка с тороидальным сердечником



Однофазный трансформатор

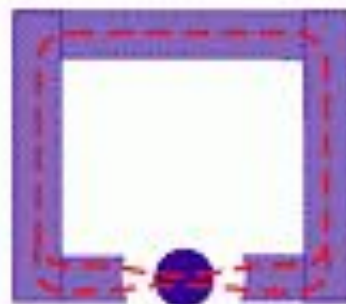


Трехфазный трансформатор

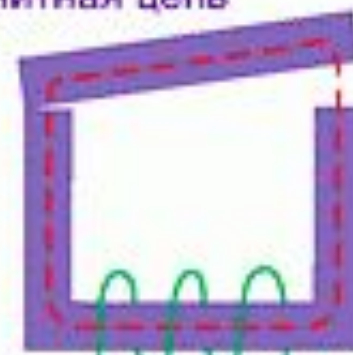
Неоднородная магнитная цепь



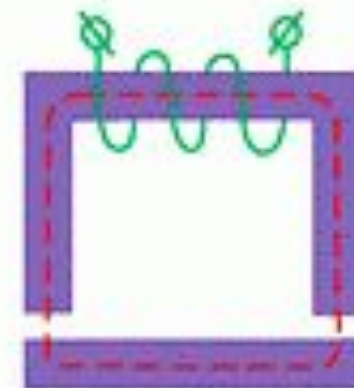
Машина постоянного тока



Магнитоэлектрический измерительный механизм



Электромагнитное реле

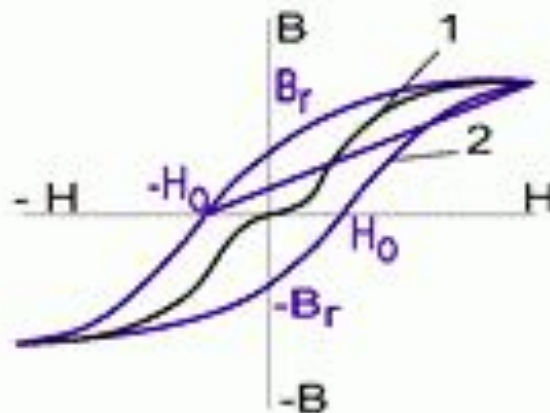


Подъемный электромагнит

Сердечники электрических машин и аппаратов



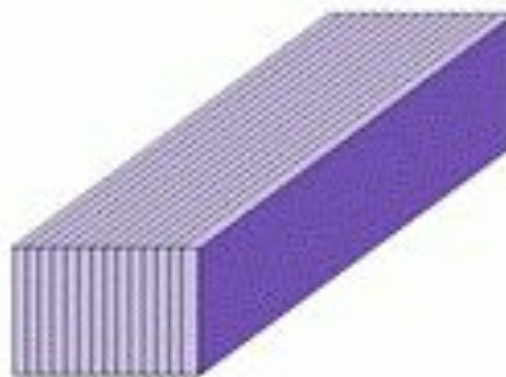
- 1- кривая намагничивания
- 2- зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля



- 1 - основная кривая намагничивания;
- 2 - петля гистерезиса.
- B_r - остаточная магнитная индукция
- H_0 - коэрцитивная сила



- 1- петля гистерезиса магнитомягкого материала
- 2- петля гистерезиса магнитотвердого материала



Шихтованный магнитопровод из листовой стали



Шихтованный магнитопровод из ленточной стали