

The background is a gradient of dark blue and purple, speckled with small white dots. Overlaid on this are several faint, white geometric patterns. A large, semi-circular scale with tick marks and numbers (150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260) is visible on the left side. There are also several concentric circles and arcs, some with arrows indicating a clockwise direction, scattered across the upper and lower portions of the image.

МАГНИТНИ ВЕРИГИ

1. Основни определения и понятия

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad , \Omega.m \quad \text{където}$$

ρ е специфично електрическо съпротивление

σ , S/m е специфична електрическа проводимост

$$\mu = \frac{B}{H} = \mu_0 \cdot \mu_r \quad , \text{ H/m} \quad \text{където}$$

μ е магнитна проницаемост;

$B, \text{ T}$ е магнитна индукция;

$H, \text{ A/m}$ е интензитет на магнитното поле;

μ_0 е магнитната проницаемост на абсолютния вакуум;

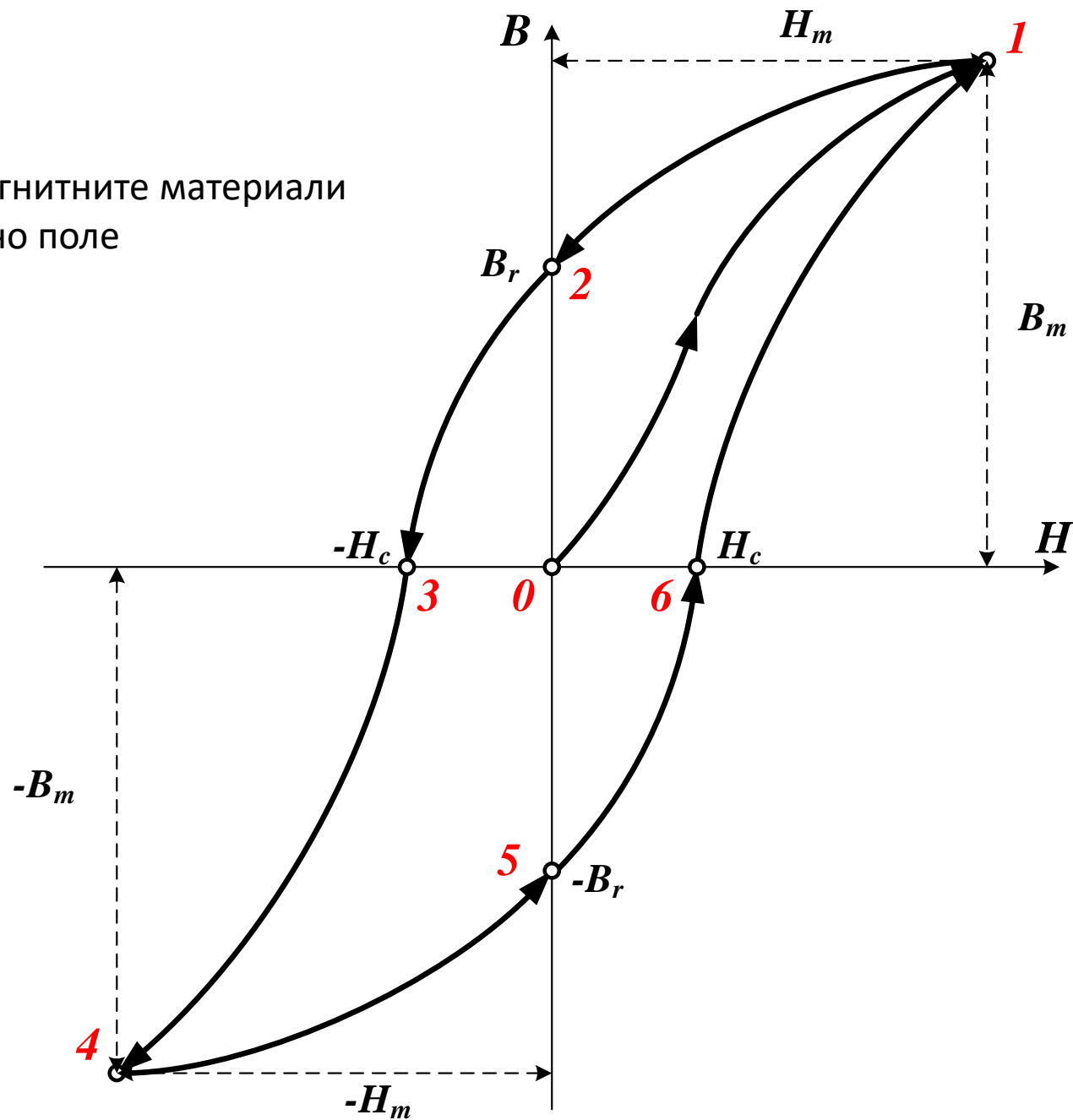
μ_r е относителната магнитна проницаемост.

Според стойността на μ_r има две групи вещества:

При $\mu_r \approx 1$ веществата са *неферромагнитни* (те не влияят на магнитното поле)

При $\mu_r \gg 1$ веществата са *ферромагнитни* ($\mu_r = f(H)$).

Поведение на феромагнитните материали
в променливо магнитно поле



Получената характеристика **$B(H)$** (от т.0 до т.1) е известна като **основна крива на намагнитване** на феромагнитните материали.

Явлението **хистерезис**

хистерезисна крива (т.1, т.2, т.3, т.4, т.5, т.6, т.1)

остатъчна магнитна индукция $+B_r$ (т.2) или $-B_r$ (т.5)

коерцитивна сила $-H_c$ (т.3) или $+H_c$ (т.6)

загубите от хистерезис

$$S_{X.Ц.} = \Delta P_X$$

магнитно меки и **магнитно твърди** феромагнитни материали



2. Магнитни вериги – основни величини



Магнитна верига – съвкупност от *източници* на магнитно поле, *въздушни междини* и *магнитопроводи*, през които се затварят силовите линии на магнитното поле.

Процесите в магнитните вериги се описват с интегралните величини *магнитен поток*, *магнитодвижещо напрежение* и *магнитно напрежение*.

a) магнитен поток – Φ , измерва с във **Wb**

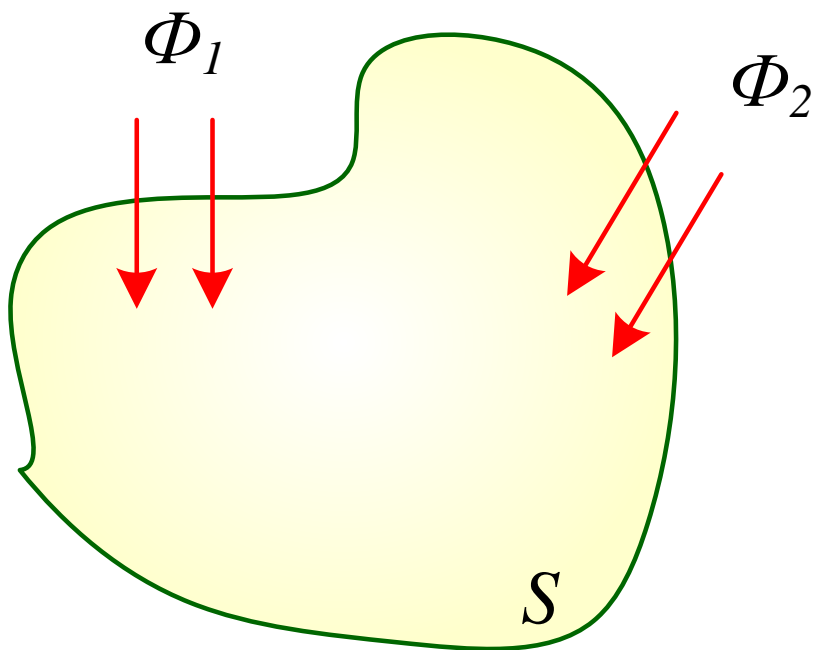
Изобщо магнитен поток няма! Има магнитен поток за затворен контур с определена площ.

Разглеждат се два случая. И в двата случая говорим за *пълнен магнитен поток*.

1-ви случай:

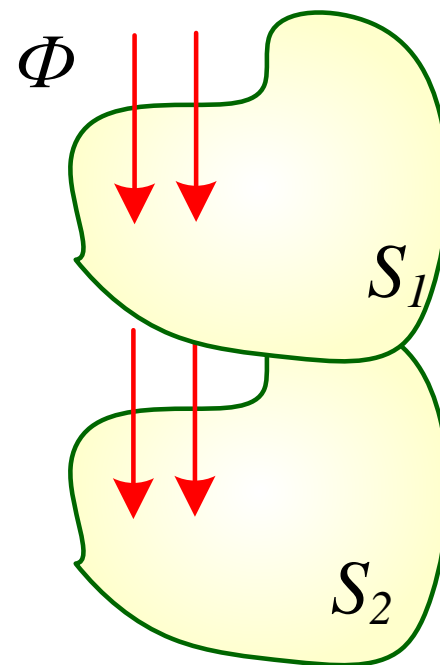
През една повърхнина преминават
няколко потока

$$\Psi = \sum_{k=1}^n \Phi_k$$

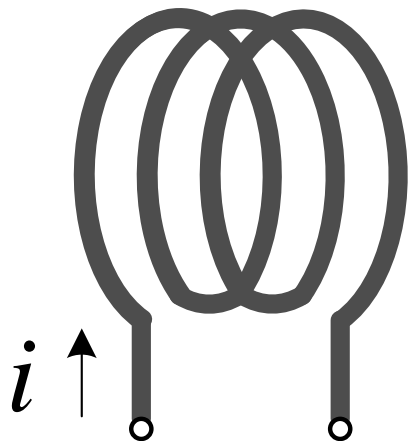
**2-ри случай:**

Един поток преминава през няколко
повърхности

$$\Psi = N \cdot \Phi$$



б) **магнитодвижещо напрежение** – F , измерва се в **A**



магнитодвижещото напрежение.

$$F = N.i$$

в) **магнитно напрежение** – $\mathcal{U}_{\mu_{ab}}$, измерва се в **A**

$$\mathcal{U}_{\mu_{ab}} = H.l_{ab}$$

3. Елементи на магнитните вериги



Съставните части на магнитната верига се наричат нейни елементи.

Всяка магнитна верига се състои от:

- *Източник на магнитно поле* (магнитен възбудител)
- *Магнитопровод*;
- *Въздушни междини*.

а) магнитен възбудител

Основни възбудители на магнитно поле са:

- *намотки*, през които протича електрически ток;
- *постоянни магнити*.

б) магнитопровод – провежда магнитен поток, усилва магнитното поле

Магнитопроводите се изработват от феромагнитни материали. Не е желателно да има големи загуби. Подходящи са магнитно меки материали. Магнитна им проницаемост многократно надвишава тази на въздуха, т.е.

$$\mu \gg \mu_0$$

При работа в магнитна верига магнитопроводът се характеризира със своето **магнитно съпротивление** R_μ (измерва се в H^{-1}).



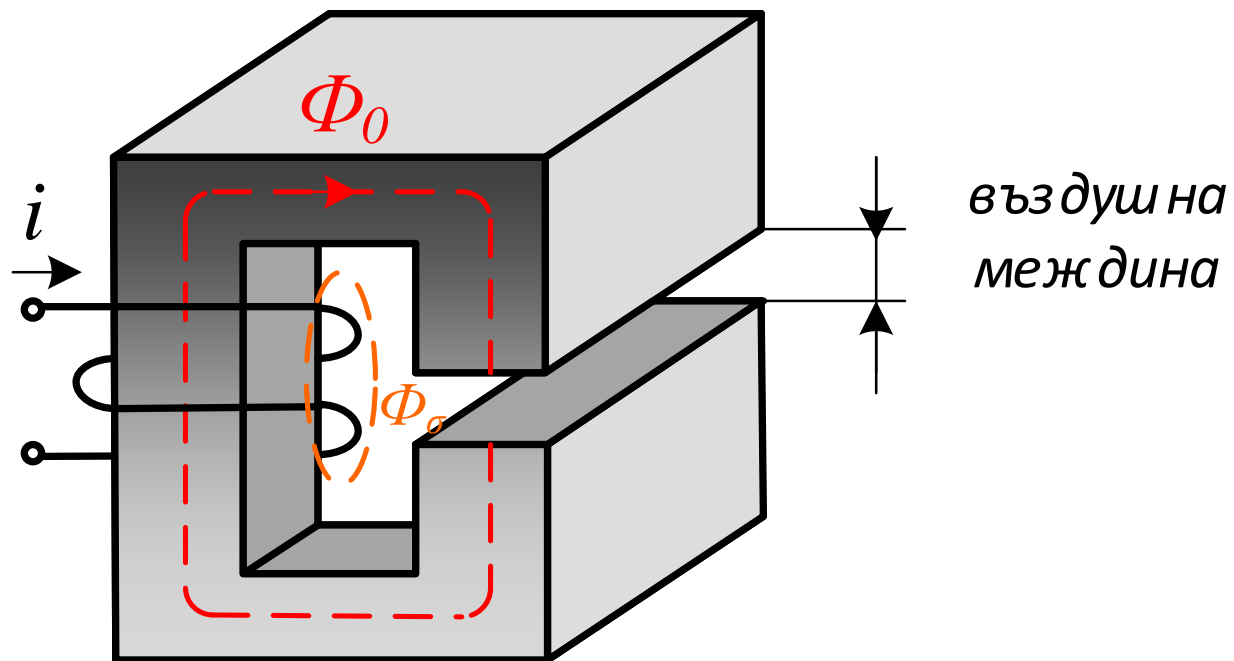
Един участък от магнитна верига с дължина l и напречно сечение S има магнитно съпротивление

$$R_\mu = \frac{l}{\mu \cdot S}$$

в) въздушна междина

Това са участъци от магнитните вериги, в които силовите линии на магнитното поле се затварят при условията на лоша магнитна проводимост. Въздушните междини са неферромагнитни среди и магнитна им проницаемост слабо се различава от тази на въздуха, т.е.

$$\mu = \mu_0 = \text{const}$$



4. Аналогия между електрически и магнитни вериги

Когато се говори за магнитни вериги, може да се каже, че процесите и в електрическите и в магнитните вериги се описват чрез аналогични математически зависимости. По тази причина може за се каже, че между тях съществува формално сходство (аналогия).

Величини в електрическа верига	Величини в магнитна верига
i – електрически ток, A	Φ – магнитен поток, Wb
U – електрическо напрежение, V	U_μ – магнитно напрежение, A
e – е.д.н., V	F – м.д.н., A
R – електрическо съпротивление, Ω	R_μ – магнитно съпротивление, H^{-1}
σ – специфична електрическа проводимост, S/m	μ – магнитна проницаемост, H/m

5. Основни закони в магнитните вериги

Закон	Закони в електрическа верига	Закони в магнитна верига
<i>I-ви закон на Кирхоф</i>	$\sum_{k=1}^n i_k = 0$	$\sum_{k=1}^n \Phi_k = 0$
<i>II-ри закон на Кирхоф</i>	$\sum_{k=1}^n e_k = \sum_{s=1}^m u_s$	$\sum_{k=1}^n F_k = \sum_{s=1}^m u_{\mu_s}$
<i>Закон на Ом</i>	$I = \frac{U}{R}$	$\Phi = \frac{U_{\mu}}{R_{\mu}}$

а) I-ви закон на Кирхоф за магнитна верига (*отнася се за възел на магнитна верига*)

Алгебричната сума от магнитните потоци в един възел на магнитна верига е равен на нула във всеки момент от времето.

$$\sum_{k=1}^n \Phi_k = 0$$

б) II-ри закон на Кирхоф за магнитна верига (*отнася се за контур на магнитна верига*)

Алгебричната сума от магнитните напрежителни падове в произволен затворен контур на магнитна верига е равен на алгебричната сума от магнитодвижещите напрежения в същия контур.

$$\sum_{k=1}^n F_k = \sum_{s=1}^m u_{\mu_s}$$

в) закон на Ом

$$\Phi = \frac{U_{\mu}}{R_{\mu}}$$