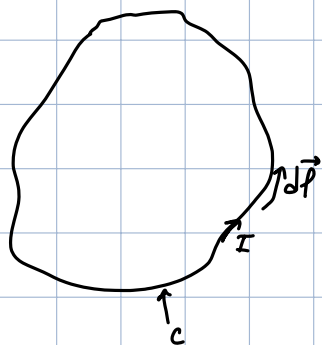


Ενέργεια στο μαγνητοστατικό πεδίο (σελ 400)

Για γραμμικά υλικά: $W_m = \frac{1}{2} \int_V \vec{J} \vec{A} dV$ (1)

Για επιφανειακή πυκνότητα: $W_m = \frac{1}{2} \int_S \vec{K} \vec{A} dS$

Για γραμμική πυκνότητα: (περίπτωση I:)



$$\vec{J} dV = \vec{J} S dl = J S d\vec{l} = I d\vec{l} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow W_m = \frac{I}{2} \oint_C \vec{A} d\vec{l} = \frac{1}{2} I \Psi_m \quad (3)$$

Για η κυκλώματα (πηνία): $W_m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n I_i \oint_{\gamma_i} \vec{A} d\vec{l}_i = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n I_i \Psi_i$ (4)

ΠΕΡΙΣΤΗΜΕΝ
ΡΟΗ

$$\Psi_i = \sum_{j=1}^n L_{ij} I_j \quad (5), \quad (4), (5) \Rightarrow W_m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n L_{ij} I_i I_j \quad (6)$$

$$(6) \Rightarrow \text{Για } n=1: W_m = \frac{1}{2} I_1 \Psi_1 = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 \quad \left(L_{11} = \frac{\Psi_1}{I_1} \equiv L_1 \right)$$

$$\begin{aligned} n=2: W_m &= \frac{1}{2} L_{11} I_1^2 + \frac{1}{2} L_{12} I_1 I_2 + \frac{1}{2} L_{21} I_2 I_1 + \frac{1}{2} L_{22} I_2^2 \\ &= \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + L_{12} I_1 I_2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 \end{aligned}$$

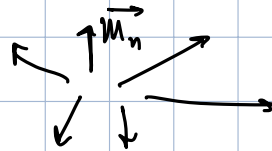
Για παράδοση
11.2.8) 11.12

Κεφάλαιο 12

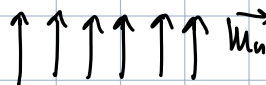
Μαγνητικά Υλικά

→ Διαμαγνητικά (diamagnetic)

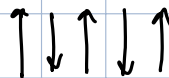
→ Παραμαγνητικά (paramagnetic)



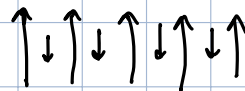
→ Σιδηρομαγνητικά (ferromagnetic)



→ Αντισιδηρομαγνητικά (antiferromagnetic)



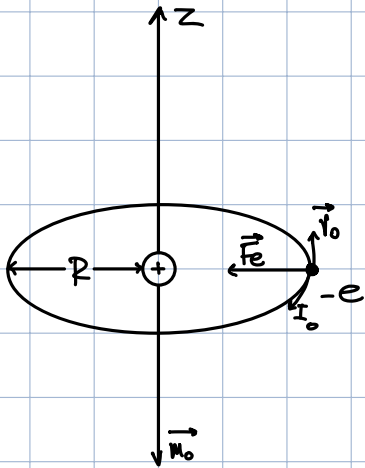
→ Σιδηρομαγνητικά (ferromagnetic)



Διαταραχή (σφ 410)

$$\left(\frac{d}{dt} = 0\right)$$

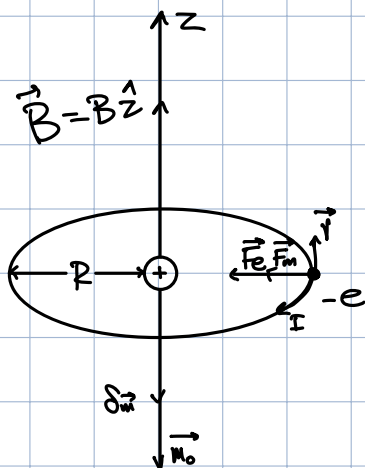
$$(m_r < 1)$$



$$m_e \frac{v_0^2}{R} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \Rightarrow v_0^2 = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 m_e R}$$

$$I_0 = \frac{e}{T} = \frac{e}{2\pi R / v_0} = \frac{e v_0}{2\pi R}$$

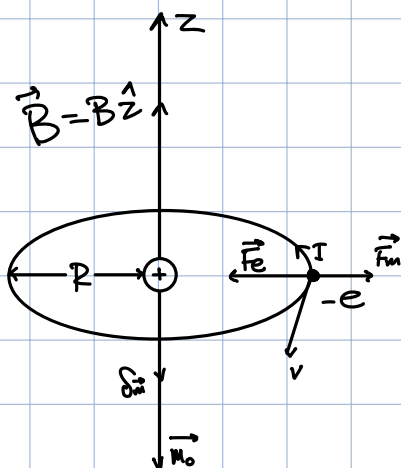
$$\vec{\mu}_0 = -\hat{z} I_0 \pi R^2 = -\hat{z} \frac{e v_0}{2\pi R} \pi R^2 = -\hat{z} \frac{e v_0 R}{2}$$



$$\vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B} = -e \vec{v} \times B \hat{z} = -e v B \hat{r}$$

$$m_e \frac{v^2}{R} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} + e v B$$

$$v^2 = \dots$$



$$m_e \frac{v^2}{R} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} - e v B$$

$$v^2 = \dots$$

$$\vec{V} = \vec{V}_0 \pm \delta \vec{V}$$

$$I = I_0 \pm \delta I$$

$$\delta \vec{\mu} = -\delta I \pi R^2 \hat{z} = -\frac{e^2 R^2}{4 m_e} \vec{B} \quad (\text{Διαμαρτυρία φαινόμενο})$$

Παρατηρήσεις:

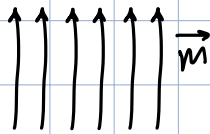
$$(M_r > 1)$$

$$\text{Spin: } \pm 1/2$$

$$\text{Σχετικοί πόροι: } \vec{T}_m = \vec{m} \times \vec{B} \quad \vec{M}_0 = \frac{m^2}{3kT} \vec{B}$$

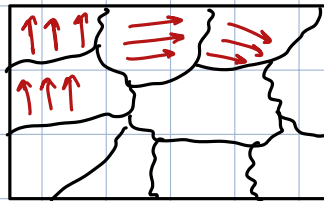
(orientational)

Σιδηρομαγνητισμός:



προσανατολίζονται λόγω δυνάμεων
ανταλλαγής (exchange forces)
κβαντομηχανικής φύσης

Pierre Weiss (1907):

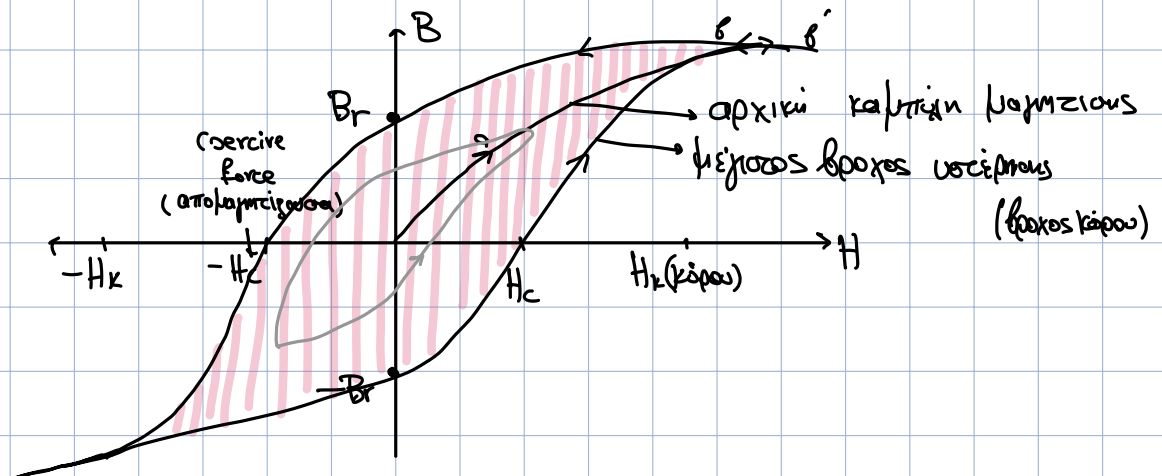


καταβίβουν να
εξισορροπώ την
πίεση του πεδίου

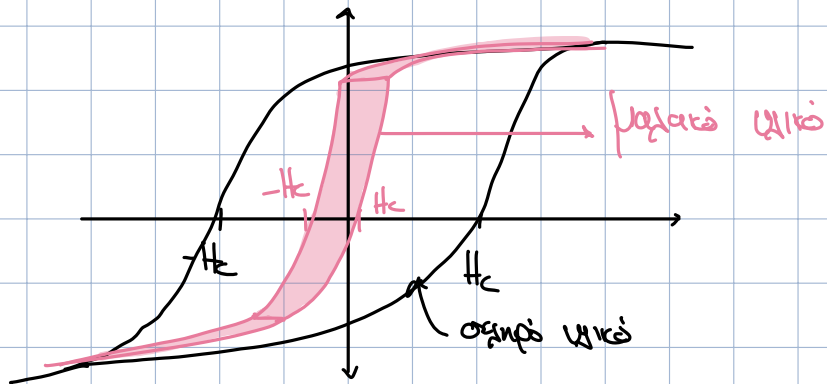
($\sim 10^{-6}$ m)

Για κάθε σιδηρομαγνητικό υλικό για την θερμοκρασία T_c = σιδηρομαγνητική
πάνω από αυτή χάνονται οι δυνάμεις ανταλλαγής και θερμοκρασία Curie
οι διευθύνσεις θα είναι τυχαίες και γίνεται $T_{c(Fe)} = 1043^\circ K$
Παραμαγνητικό υλικό, μετά όταν πιάει κάτω από την T_c επιτρέφουν οι πιέσεις
Weiss

Βρόχος μαγνητικής υστέρησης:



Μαλακά και σκληρά σιδηρομαγνητικά υλικά:

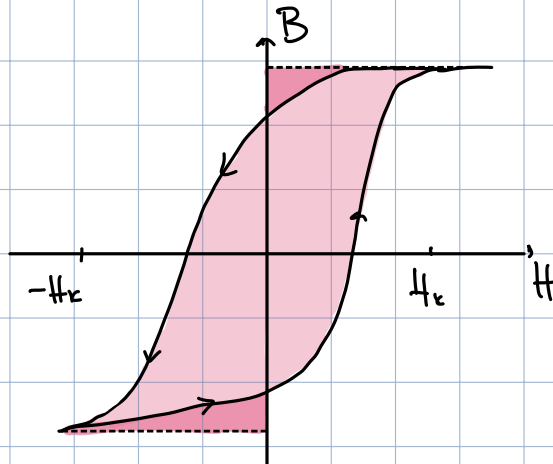


$$W_h = \oint H dB \left(\frac{\text{Joule}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\uparrow \text{συνολικά}$$

$$\oint W_h \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^3} \right)$$

W (hysteresis)



Τύπος Steinmetz: $W_h = C_h B_{max}^n$

\uparrow
συντελεστής Steinmetz

Εξέλιξη Steinmetz
 $n = 1.5 - 3$
μεταξύ 1.6

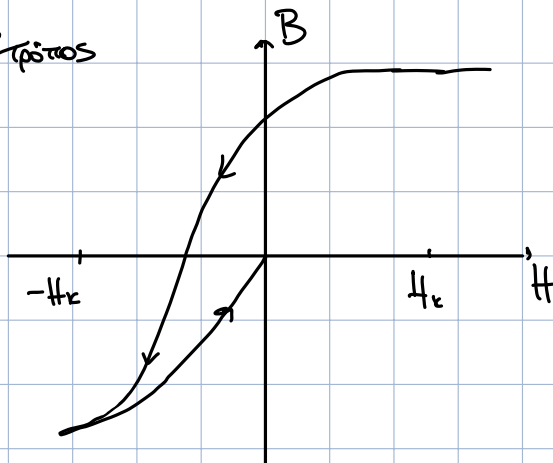
Απώλειες διανομής

$$\oint \vec{E} d\vec{l} = - \frac{d}{dt} \int \vec{B} d\vec{S}$$

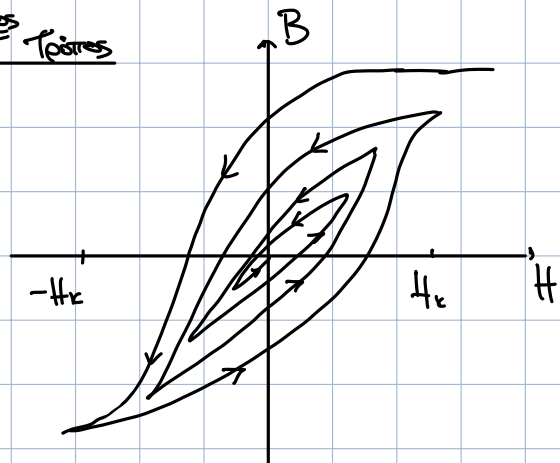
$$HEA = - \frac{d\psi_m}{dt}$$

Αποκρίσεις:

1^{ος} τρόπος



2^{ος} τρόπος



3^{ος} τρόπος: Διφασική πηγή από την T_c

