شدة التمغنط

Magnetization

شدة التمغنط Magnetization

يمكن ان نعتبر المواد القابلة للتمغنط مصدرا من مصادر المجالات المغناطيسية لان لذرات هذه المادة عزوم مغناطيسية، وكما ذكر في البند السابق أن هذه العزوم المغناطيسية الذرية كانت نتيجة لتيارات دائرية نتجت عن حركتي الالكترون الدائرية والمغزلية فإذا اخذت مادة ممغنطه فان التيارات الالكترونية (Electronic Current) الداخلية سيلاشي بعضها البعض وتبقى التيارات السطحية. ويسمى التيار في هذه الحالة بمحصلة التيار المغناطيسي السطحي ويرمز له بالرمز I_m (Net Surface Magnetization Current) ويسري حول سطح المادة في الاتجاه المبين بالشكل ادناه، ويعد هذا التيار مصدر المجال المغناطيسي للملدة وكأن المجال ناتج عن عزم مغناطيسي لذي القطبين P_m ، حيث

$$P_m = I_m S \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

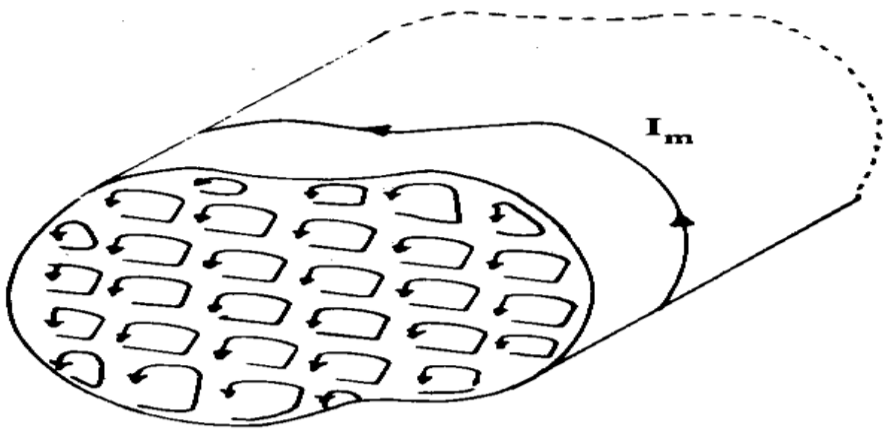
حيث S هو مساحة مقطع المادة.

يمكن تمثيل المجال المغناطيسي بمتجه يسمى متجه التمغنط ويرمز له بالرمز M حيث:

$$M = \frac{P_m}{V} \; or \; M = \frac{dP_m}{dV} \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث V هو حجم المادة الممغنطة و dV عنصر الحجم للمادة الممغنطة.

وواضح من معادلة 2 أن M لها اتجاه dP_m نفسه.



ويمكن تمثيل شدة المجال المغناطيسي H في حالة المادة المغناطيسية بالعلاقة التالية:

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_\circ} - \vec{M}$$

$$\vec{B} = \mu_\circ\left(\vec{H} + \vec{M}\right) \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

حيث ان الكميتان $\overrightarrow{M} and \vec{H}$ تمتلكان نفس الوحدات A/m

فإذا كان القضيب يمر في السلك الملفوف عليه تيارا قدره I فان الشدة للمجال المغناطيسي H تساوي

$$H = nI$$

حيث n عدد لفات الملف الملفوف على القضيب في وحدة الاطوال وتساوي:

$$n = \frac{N}{l}$$

وهذه المعادلة صحيحة بين B و M لاي وسط مادي وهي تماثل المعادلة التي تربط بين الازاحة D وشدة المجال الكهربائي $E = \frac{1}{\varepsilon_\circ}(D - P)$ حيث E تناظر B و D تناظر H

وواضح مما سبق ذكره ان B لها علاقة بالتيار الحقيقي I إضافة الى التيارات الذرية السطحية I_m بينما H لها علاقة ب I فقط. إذا قورنت هذه الحالة بما وجد بالنسبة للكهرباء الاستاتيكية فإن شدة المجال الكهربائي E كان نتيجة لتوزيع كل الشحنات المستقطبة الناتجة عن استقطاب المواد العازلة وكذلك الشحنات الحرة بينما الازاحة D تختص فقط بالشحنات الحرة.

التأثيرية المغناطيسية χ The Magnetic Susceptibility

يتناسب متجه شدة التمغنط M مع شدة المجال المغناطيسي H تناسبا طرديا في معظم المواد حسب المعادلة:

$$M = x_m H \dots\dots\dots\dots\dots . (4)$$

ويسمى معامل التناسب χ_m بالتاثيرية المغناطيسية، وهي تمثل احد العوامل الرئيسية المميزه للمادة المدروسة، وكلما كانت قيمة χ_m كبيرة كانت المادة اكثر قابلية للتمغنط في اي مجال مغناطيسي خارجي. وهذا التناسب واضح في المواد الدايامغناطيسية وكذلك البارامغناطيسية ما لم يكن المجال المغناطيسي الخارجي كبيرا ودرجة الحرارة منخفضة، أما المواد الحديد ومغناطيسية فليس هناك تناسب طردي بين M و H ويكون اتجاه M هو اتجاه H نفسة في المواد المتجانسة.

والتأثيرية المغناطيسية لا تعتمد على شدة المجال المغناطيسي المسلط فحسب بل تعتمد على عدة عوامل منها التركيب المغناطيسي للمادة ودرجة الحرارة.

تتوزع قيم التأثيرية المغناطيسية على مدى واسع يتراوح من10^{-6} للمواد الضعيفة المغناطيسية الى حوالي حوالي 10^6 أو أكثر للمواد ذات القوية المغناطيسية.

ومن المعادلتين 3 و 4 يمكن الحصول على:

$$B = \mu_\circ(H + x_m H) = \mu_\circ(1 + x_m)H \dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

أو

$$B = \mu_\circ \mu_r H = \mu H \dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

حيث

$$\mu_r = 1 + x_m$$

$$x_m = \mu_r - 1 \dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

وان

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_\circ}$$

$$\therefore \mu = \mu_\circ(1 + x_m) \dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

حيث ان μ_r النفاذية المغناطيسية النسبية و μ نفاذية الوسط و μ_0 نفاذية الفراغ.

والجدول ادناه يبين بعض قيم χ_m والاشارة السالبة التي تسبق بعض قيم χ_m تدل على ان المادة دايامغناطيسية لانه كما هو معروف ان التمغنط لهذه المواد يعاكس المجال

المغناطيسي الخارجي. ولذلك يمكن القول انه بحسب اشارة التاثرية المغناطيسية وقيمتها يمكن تصنيف الانواع المختلفة للمواد الممغنطة.

وحسب المعادلة 8 فان χ_m لا وحدات لها وبذلك فان وحدات M هي وحدات H نفسها أي ان وحدات M هي A/m أما μ_0 أو μ فانه حسب معادلة 7 تكون وحداتهما:

$$\mu \; or \; \mu_\circ = \frac{B}{H} = \frac{wb}{m^2} \div \frac{A}{m} = \frac{wb}{A.m} = \frac{H}{m}$$

وان قيمة μ_0 تساوي $10^{-4} * 4\pi * 10^{-3} = 4\pi * 10^{-7}$ H/m

جدول (٢-٧) بعض قيم التأثرية المغناطيسية لبعض المواد.

المـادة Substance	التأثرية المغناطيسية χ_m
ألومنيـوم Al	2.3×10^{-5}
بزمـوت Bi	-1.7×10^{-4}
نحـاس Cu	-1.0×10^{-5}
ذهـب Au	-3.6×10^{-5}
رصـاص Pb	-1.7×10^{-5}
ماغنيسيوم Mg	-1.2×10^{-4}
بلاتـين Pl	2.9×10^{-4}
فـضـة Ag	-2.6×10^{-5}
مـاء H_2O	-0.88×10^{-5}
فلوريد المنجنيز MnF_2	4.59×10^{-4}
كلوريد الكوبالت $Co\,Cl_2$	3.38×10^{-4}
كلوريد الحديديك $Fe\,Cl_2$	3.10×10^{-4}
كلوريد الحديدوز $Fe\,Cl_3$	2.40×10^{-9}
كلوريد النيكل $Ni\,Cl_2$	1.71×10^{-4}
حديد مطـاوع Fe - (soft)	5000.
جرمانـيـوم Ge	-1.5×10^{-5}
تنجستن W	$+6.8 \times 10^{-5}$
زجـاج Glass	-1.1×10^{-4}
كوارتز منصهر Fused Quartz	-6.2×10^{-5}
كلوريد الصوديوم Na Cl	-1.38×10^{-5}
كبريتات البوتاسيوم والكروميوم $Cr\,K(SO_4)_2.12H_2O$	2.32×10^{-5}
كبريتات النحاس $Cu\,(SO_4).5H_2O$	1.43×10^{-5}
كبريتات القادولينيوم $Gd_2\,(SO_4)_3.8H_2O$	2.21×10^{-4}

مثال: حلقة من مادة ملفوف حولها سلك موصل عدد اللفات للسنتمر الواحد يساوي 10 والحث المغناطيسي داخل المادة مقداره $1\ W/m^2$ عندما يكون التيار في الموصل .2 Amp احسب كل من شدة المجال المغناطيسي H والنفاذية النسبية μ_r ؟

الحل/

وجد سابقا ان شدة المجال المغناطيسي بالنسبة للحلقة يساوي:

$$H = \frac{Ni}{l} = 10 * 100 * 2 = 2 * 10^3 Amp./m$$

ولايجاد النفاذية النسبية نستخدم العلاقة السابقة بين كثافة الفيض المغناطيسي B لمادة وشدة المجال المغناطيسي H . لايجاد نفاذية المادة للمجال المغناطيسي μ

$$\vec{B} = \mu\vec{H}$$

حيث ان μ هي نفاذية المادة للمجال المغناطيسي

$$\therefore \mu = \frac{B}{H} = \frac{1}{2 * 10^3} = 5 * 10^{-4} H/m$$

$$\therefore \mu_r = \frac{\mu}{\mu_\circ} = \frac{5 * 10^{-4}}{4\pi * 10^{-7}} = 397$$

واجب: النفاذية النسبية للحديد في ظروف معينة تساوي 200 احسب النفاذية المغناطيسية للحديد والقابلية المغناطيسية تحت هذه الظروف؟