

Chapter Four الفصل الرابع

المواد المغناطيسية

Magnetism Materials

Sequence:28

- المقدمة.
- التأثيرية والنفاذية المغناطيسية.
- طرق المغنطة.

المقدمة

- التأثيرية المغناطيسية هي نسبة المغناطيسية أو العزم المغناطيسي إلى المجال المغناطيسي المؤثر. وهي مقياس لسهولة مغنطة المادة . ويرمز لها بالرمز (χ) وهو حرف إغريقي يلفظ (كاي) .
- 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 من 10^{-6} للمواد الضعيفة المغناطيسية الى حوالي 10^6 أو أكثر للمواد القوية المغناطيسية .
- ما المقصود بتمغنط المادة بالحث؟ ثمة عناصر مثل الحديد والكوبالت والنيكل والسبائك المكونة منها يوجد فيها عدد فائض من الإلكترونات تدور في أفلاك مختلفة وإذا اتحدت عزومها المغناطيسية وكانت في اتجاه واحد فإنها تظهر خصائص مغناطيسية تولد حولها مجالات مغناطيسية وإذا وقعت المادة تحت تأثير مجال مغناطيسي خارجي فإن العزوم تتوحد في اتجاهاتها حيث توجد هذه العزوم المغناطيسية في مجموعات يطلق على كل منها اسم الحقل المغناطيسي(منطقة مغناطيسية) وتكون العزوم مرتبة في الاتجاه الواحد في المنطقة الواحدة وتختلف اتجاهات المناطق المغناطيسية في الوضع الطبيعي.

التأثيرية والنفاذية المغناطيسية The Magnetic Susceptibility and Permeability

- لوحظ بالنسبة لمعظم المواد عدا المواد الفيرومغناطيسية (والتي سيأتي شرحها بالتفصيل) منها ان التمغظ M يتناسب مع المجال المغناطيسي الخارجي. وبما ان المعادلة رقم (8) (في المحاضرة رقم 27) تمثل علاقة خطية فإن M تتناسب طردياً مع شدة المجال المغناطيسي H ، اي ان :
$$M = \chi_m H \quad \dots (16)$$
- اذ ان (χ_m) كمية ثابتة خالية من الوحدات تسمى التأثيرية المغناطيسية للمادة وتعتبر مقياساً لقابلية المادة للاستقطاب عندما يسلب عليها مجال مغناطيسي خارجي. ان التأثيرية المغناطيسية هذه تكون سالبة وصغيرة للمواد الدايمغناطيسية وموجبة صغيرة للمواد البارامغناطيسية. ومما يذكر ان المعادلة (16) يمكن ان تطبق للمواد الفيرومغناطيسية الا ان التأثيرية المغناطيسية لمثل هذه المواد ليست مقداراً ثابتاً فهي تعتمد على شدة المجال المغناطيسي الخارجي H كما انها تعتمد على تاريخ التمغظ لتلك المواد. ان التأثيرية المغناطيسية للمواد الفيرومغناطيسية تكون موجبة وعالية قد تصل الى بضعة الآف كما سيتضح عند مناقشتنا للطبيعة الفيرومغناطيسية لاحقاً. الآن وبالتعويض عن M من المعادلة (16) في المعادلة (8) يكون بالامكان الوصول الى النتائج التالية :

$$B = \mu_o (1 + \chi_m) H \quad \dots (17)$$

$$B = \mu H \quad \dots (18)$$

$$\mu = \mu_o (1 + \chi_m) \quad \dots (19)$$

• اذ ان :

• وتسمى الكمية μ بالنفاذية المغناطيسية للمادة ووحدة قياسها هي وحدة قياس μ_o نفسها لنفاذية الفراغ وهي (هنري/متر) . ان هذه الكمية يمكن قياسها عملياً وهي تساعد بعد معرفة قيمتها على حساب الفيض المغناطيسي الكلي المار في الوسط المادي من المعادلة (18) بعد ايجاد شدة المجال المغناطيسي H . وبعد حساب هاتين الكميتين يمكننا اعطاء فكرة اوضح عن التأثيرات التي يحدثها الوسط المادي دون ان تستوجب الضرورة الى معرفة قيمة M . ان النسبة بين نفاذية المادة ونفاذية الفراغ تدعى بمعامل النفاذية النسبي ويرمز له بالحرف K_m حيث ان :

$$K_m = \mu / \mu_o \quad \dots (20)$$

• وهو عدد مجرد ليس له وحدات. ومن المعادلتين (19) و(20) نرى ان :

$$K_m = 1 + \chi_m \quad \dots (21)$$

• وكما توضحه العلاقتان الاخيرتان فان وسط الفراغ يمتلك المعاملين ($K_m = 1$ & $\chi_m = 0$)

- وهكذا يحص ان التمغظ يساوي صفراً للفراغ اي ان التمغظ صفة من صفاتك الوسط المادي. ونستطيع كتابة المعادلة (15) بصيغة اخرى بعد التعويض عن H من المعادلة (18) فيكون لدينا :

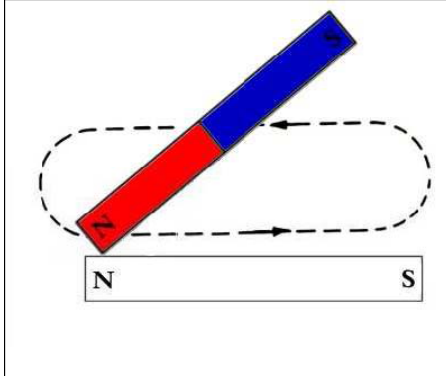
$$\oint B \cos \theta dl = \mu I_f \quad \dots (22)$$

- وهذه المعادلة لا تختلف عن قانون أمبير الممثل بالمعادلة رقم (14) $\oint B \cos \theta dl = \mu_o I'$ سوى أننا أستبدلنا نفاذية الفراغ بنفاذية الوسط المادي واستعنا عن التيار I' بالتيار I_f .

- اذن فإن خطوط المجال المغناطيسي تنفذ خلال المواد غير المغناطيسية (مثل الماء والزجاج) كما تنفذ خلال الهواء (أو الفراغ) ، بمعنى أن المواد غير المغناطيسية شفافة لخطوط المجال . أما إذا وضعت قطعة من الحديد (وهي مادة مغناطيسية) في مجال مغناطيسي ، فإن خطوط المجال تتزاحم وتتكاثر بداخلها أكثر من حالة مرورها في الهواء ، ويرجع ذلك إلى ما يسمى بالنفاذية وهي " خاصية قابلية الوسط لإنفاذ خطوط المجال المغناطيسي خلاله " وتقدر هذه الخاصية كميأ بثابت فيزيائي للوسط يسمى " معامل النفاذية المغناطيسية " ويرمز له بالرمز (μ) وتختلف هذه القابلية من وسط لآخر ، وهي عموما للمواد المغناطيسية أكبر منها للمواد غير المغناطيسية.

طرق المغنطة Methods of Magnetization

1 - التمغنط بالدلك (الاحتكاك) :

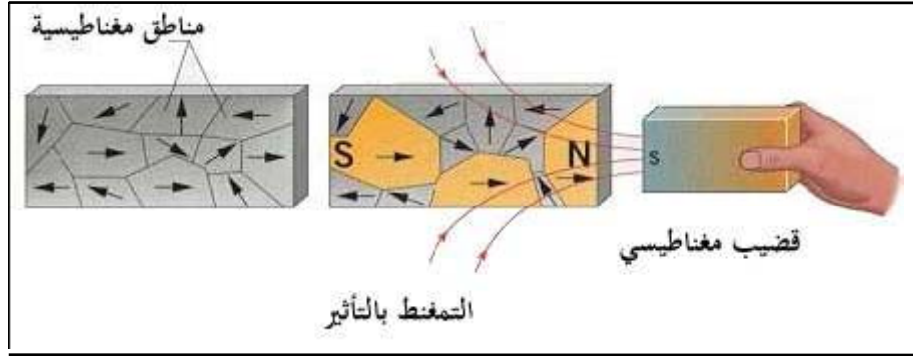


- ويتم ذلك بقطعة من الحديد المطاوع أو الحديد الصلب بأحد قطبي مغناطيس.
- مع ملاحظة أن يبدأ الدلك من أحد طرفي القطعة وينتهي عند طرفها الآخر، وتكرر
- مليئة الدلك عدة مرات وفي اتجاه واحد .

- ولكي نمغنط ساق من الحديد المطاوع مثلا ، توضع الساق المراد مغنطتها أفقيا على سطح طاولة ثم نمرر عليها قضيباً مغناطيسياً بدء من أحد طرفيها حتى نصل لطرفها الآخر ، ونرفع القضيب المغناطيسي ونعاود الدلك مرة أخرى ولعدة مرات. وبهذه الطريقة نجد أن الساق قد أصبحت مغناطيسيا فيه قطب مغناطيسي مخالف للقطب الدالك عند الطرف الذي انتهى الدلك عنده ، بينما يتكون قطب مماثل عند الطرف الذي بدأنا الدلك منه ، وتسمى هذه الطريقة التمغنط باللمس البسيط أو التمغنط بالدلك . وتتوقف درجة تمغنط الساق على قوة القضيب المغناطيسي الدالك وعدد مرات الدلك ، ولكن هناك حد ينتهي إليه التمغنط، فبعد الدلك عدة مرات لا تزداد قوة الساق الممغنطة
- مهما دلکنا ويقال بأنها تشبعت بالمغنطة .
- والمغناطيسات التي نحصل عليها بهذه الطريقة تكون مغناطيسيات ضعيفة .

• 2 - التمغظ بالتأثير (الحث) :

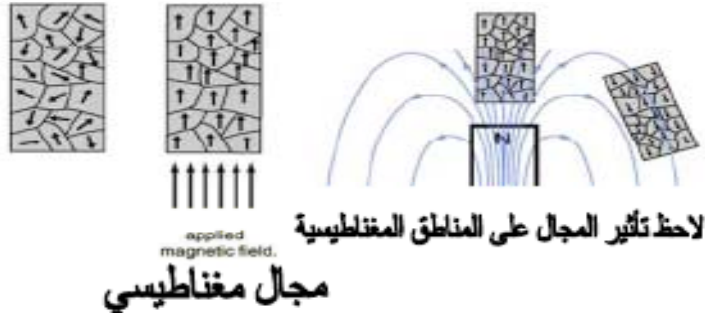
- عندما نقرب قضيبا مغناطيسيا من ساق من الحديد المطاوع غير الممغظ نجد أن القضيب المغناطيسي يجذب ساق الحديد المطاوع إليه ، حيث يظهر على الطرف القريب من ساق الحديد المطاوع قطبا مغناطيسياً مخالفاً بينما يظهر على طرفها البعيد قطب مغناطيسي مماثل .



- ولتوضيح ذلك لو أخذنا مسمارا من الحديد المطاوع غير الممغظ وقربناه من قضيب مغناطيسي نلاحظ أن القضيب المغناطيسي يجذب إليه المسمار، وعندما

- نقرب مسمار ثاني للطرف الحر من المسمار الأول نجده ينجذب إليه دلالة على أن المسمار الأول قد أصبح مغناطيسيا، ويلاحظ أن مسمار الحديد يتمغظ تمغظا وقتيا إذا لمس أو قرب من مغناطيس ، وأن هذه المغناطيسية التي يكتسبها المسمار يفقدها أو يفقد معظمها إذا أبعده عن هذا المغناطيس. المغناطيسية التي تظهر على مسمار

قطعة حديد

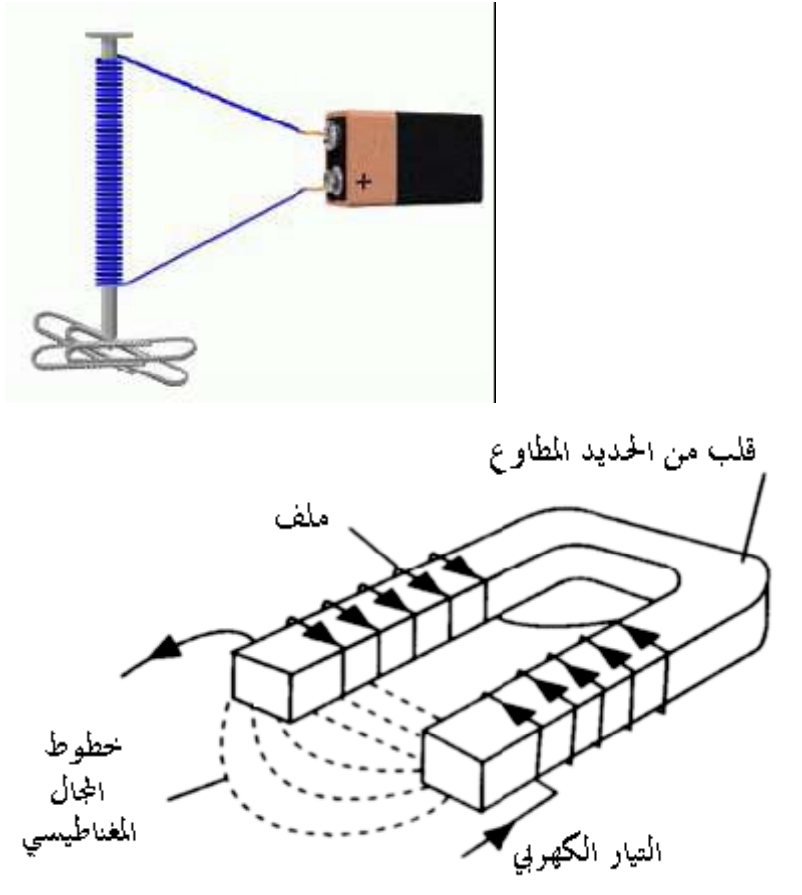


- الحديد لمجرد وجوده بالقرب من قضيب مغناطيسي سواء كان ملامسا له أم غير ملامس تسمى مغناطيسية تأثيرية ، ويقال لمسمار الحديد الحديد عندئذ أنه تمغظ بالتأثير ويطلق على القضيب المغناطيسي الأصلي اسم المؤثر وعلى العملية اسم التأثير المغناطيسي.

- المغناطيسية التأثيرية تكون في الغالب ضعيفة وتتغير شدتها بتغير الموضع بالنسبة للمغناطيس والمسافة بين القضيب المغناطيسي المؤثر ومسمار الحديد ، فتزداد كلما نقصت المسافة والعكس بالعكس.
- وعندما يؤثر قضيب مغناطيسي في ساق من الحديد فإنه يمغنطها بحيث يتكون في طرف الساق القريب من القضيب المغناطيسي المؤثر قطب مخالف للقطب المؤثر وفي طرفها البعيد قطب مشابه.

• 3 - التمتعظ بالكهرباء :

- يمكن الحصول على مغناطيس دائم بوضع قضيب من الصلب في ملف حلزوني يمر به تيار كهربائي مستمر .
- المغناط الكهربيائية : ان معظم المغناط الكهربيائية عبارة
- عن دوائر مغناطيسية لمواد حديدية رخوة (مطاوع)
- بها ثغرة (فجوة) هوائية.



مثال : ملف حلزوني حلقي عدد لفاته 400 لفة ومعدل طول محيطه (40 cm) يحمل تياراً مقداره (2 Amp.) فإذا

كانت كثافة الفيض المغناطيسي المار من خلال المادة التي تملأ تجويف الملف مساوية الى (1.0 Wb/m²) أحسب :

(1) شدة المجال المغناطيسي H . (2) التمغظ (3) التأثيرية المغناطيسية (4) التيار السطحي I_s (5) النفاذية النسبية .

• **الحل:**

$$\oint H \cos \theta dl = NI \Rightarrow H l = N I$$

(1) من المعادلة (15) نجد شدة المجال المغناطيسي

$$H = \frac{NI}{l} = \frac{400 \times 2}{0.4} = 2000 \text{ Amp. / m}$$

$$M = \frac{B}{\mu_0} - H = \frac{1}{4\pi \times 10^{-7}} - 2000 = 7.96 \times 10^5 \text{ Amp/m}$$

(2) من المعادلة (8) نحصل على التمغظ

$$\chi_m = \frac{M}{H} = \frac{7.96 \times 10^5}{2000} \approx 399$$

(3) من المعادلة (16) نحصل على التأثيرية المغناطيسية

$$I_s = M l = 7.96 \times 10^5 \times 0.4 = 3.18 \times 10^5 \text{ Amp.}$$

(4) من المعادلة (6) نجد التيار السطحي

$$K_m = 1 + \chi_m = 399 + 1 = 400$$

(5) من المعادلة (21) نحصل على النفاذية النسبية

الخلاصة Summary

- تضمنت المحاضرة النقاط المهمة التالية :
- تعريف التأثيرية المغناطيسية للمادة والتي تعتبر مقياساً لقابلية المادة للاستقطاب عندما يسلب عليها مجال مغناطيسي خارجي. وان قيمتها تكون سالبة وصغيرة للمواد الدايمغناطيسية وموجبة صغيرة للمواد البارامغناطيسية
- تعريف النفاذية المغناطيسية للمادة ووحدة قياسها هي نفسها لنفاذية الفراغ وهي (هنري/متر) . ويمكن قياسها عملياً وهي تساعد بعد معرفة قيمتها على حساب الفيض المغناطيسي الكلي المار في الوسط المادي بعد ايجاد شدة المجال المغناطيسي H .
- ان النسبة بين نفاذية المادة ونفاذية الفراغ تدعى بمعامل النفاذية النسبي ويرمز له بالحرف μ_r .
- التعرف على طريقتين للتمغظ وهي (1)- التمغظ بالدلك (الاحتكاك) (2)- التمغظ بالتأثير (الحث) .
- مثال .
- أختبار.

Start Formative Assessment