

Chapter Four الفصل الرابع

المواد المغناطيسية

Magnetic Materials

Sequence:30

- المقدمة.
- تصنيف المواد المغناطيسية / الجزء الثاني.
- المواد الدايمغناطيسية / الجزء الاول.

المقدمة

- تنشأ مغناطيسية الأرض نتيجة لدوران الأرض حول محورها، ويشكل هذا المجال المنطلق من داخل الأرض حوالي 90% تقريبا من المجال المغناطيسي الذي يقاس فوق سطح الأرض ويأتي الباقي من تيارات الجسيمات المشحونة الصادرة من الشمس (الرياح الشمسية) ومن مغناطيسية بعض صخور القشرة الأرضية.
- وتختلف شدة المجال المغناطيسي من نقطة إلى أخرى على سطح الأرض ولكن متوسط قيمتها يبلغ حوالي بضعة عشرات من الميكروتسلا. تعتبر الأرض وكأن بداخلها مغناطيسا ضخما ، قطبه الشمالي جهة الجنوب الجغرافي وقطبه الجنوبي جهة الشمال الجغرافي (يلاحظ أن محور هذا المغناطيس يميل بزاوية قدرها 17° على محور دوران الأرض وهو الخط الواصل بين القطب الشمالي الجغرافي والقطب الجنوبي الجغرافي) وهذا المغناطيس يولد على سطحها مجالا مغناطيسيا كليا يكون مائلا على الأفقي في نصفي الكرة.

تصنيف المواد المغناطيسية/ الجزء الثاني (Second part) Classification of Magnetic Materials

- قد أجريت دراسات كثيرة لمعرفة الخواص المغناطيسية للمواد وفهمت بصورة تفصيلية سواء أكانت نظرية أم تجريبية ، وتعتمد بعض هذه الدراسات على نظرية الكم الميكانيكي.

• أولاً: المواد الدايا مغناطيسية/ الجزء الاول

- ١- هي المواد التي تكون قابليتها المغناطيسية صغيرة جدا وسالبة (يكون معامل نفاذيتها اقل من معامل النفاذية للفراغ).
- ٢- تترتب عزومها المغناطيسية في اتجاه معاكس لاتجاه المجال عند وضع أي عينة منها في المجال المغناطيسي .
- ٣- لا تملك ذراتها عزومًا مغناطيسية دائمة وذلك لأن العزوم المغناطيسية لإلكتروناتها يلغي بعضها بعضًا .
- ٤- خواصها المغناطيسية لا تتأثر بتغير درجة الحرارة.

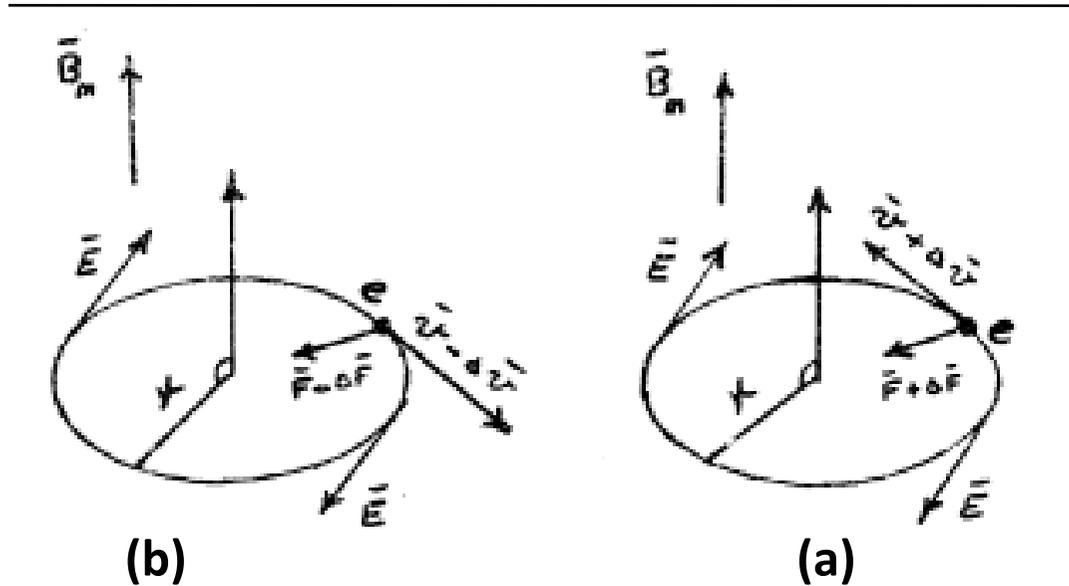
- ٥- تتنافر مع المجالات المغناطيسية الخارجية حيث تكتسب هذه المواد شدة تمغظ صغيرة جدا إذا وضعت في مجال قوي جدا ، غير أن اتجاه تمغظها يكون في عكس اتجاه المجال بمعنى أنها تتنافر مع القطب المؤثر عليها لأن مغنطتها عكسية وتكون قطبا مشابها للقطب المؤثر مما يسبب تنافرها وتفسير ذلك :
- أ- ان حركة الالكترونات في الذرات ما هي إلا تيارات كهربائية مغلقة.
- ب- أي تغير في التدفق المغناطيسي عليها يسبب إحداث تيار حثي يكون عزمه المغناطيسي معاكساً للتغير في التدفق المغناطيسي الذي أحدثه.
- ومن الأمثلة عليها النحاس والسيلكون والفضة والزئبق والجرمانيوم والبزموت والرصاص.
- ولكي نتضح لنا هذه الحقيقة نركز اهتمامنا على ذرة دايامغناطيسية يحيط بنواتها الكترونان يتحركان في مستو واحد باتجاهين متعاكسين في مدارين نفرض للسهولة انهما دائريان نصف قطر كل منهما يساوي r .

- ولكي تكون محصلة العزم المغناطيسي المداري داخل الذرة مساوية صفراً ينبغي ان يتساوى مقدار كل من الالكترونين مع الاخر. وعندما يسلط مجال مغناطيسي خارجي بصورة عمودية على مستوي مدار الالكترون يتولد مجال كهربائي محتث خلال فترة تزايد الفيض المغناطيسي المؤثر من الصفر الى قيمته النهائية B_m . ان شدة المجال الكهربائي تعطى بالمعادلة التالية:

$$E = \frac{r}{2} \frac{dB_m}{dt} \quad \dots (23)$$

- وعليه فالتغير الحاصل في حركة كل من الالكترونين يمكن حسابه من المعادلة التالية:

$$m_e \frac{dv}{dt} = eE = \frac{e r}{2} \frac{dB_m}{dt} \quad \dots (24)$$



- اذ ان m_e و v هما كتلة وسرعة الالكترون
- على التوالي ، وبعد اجراء عملية التكامل
- على طرفي المعادلة الاخيرة، ينتج ان :

$$\Delta v = \frac{e r}{2m_e} B_m \quad \dots (25)$$

شكل (9): مدار الالكترون مع وجود قوة اضافية (a) جذبية (b) تنافرية.

ومن الجدير بالذكر ان المعادلة رقم (25) نتجت على اساس ان نصف قطر المدار الدائري الذي يتحرك عليه الالكترون لم يتغير عندما يسלט على المادة مجال مغناطيسي خارجي . ولكي يتضح لنا ذلك نلاحظ انه قبل ان تتعرض المادة لاي مجال مغناطيسي خارجي يبقى مقدار الالكترون

$$\frac{m_e v^2}{r} = \frac{Ze^2}{4\pi \epsilon_0 r^2} \dots (26)$$

في حالة استقرار وهذا يستوجب ان يكون :

اذ ان Ze تمثل شحنة النواة و v مقدار سرعة الالكترون. واذا تعرضت المادة لمجال مغناطيسي خارجي وبقي نصف القطر r ثابتاً وتغيرت السرعة من v الى $(v \pm \Delta v)$ لاحظ المعادلة (25) . يبقى الطرف الايمن للمعادلة

(26) ثابتاً. ولبقاء مدار الالكترون في حالة

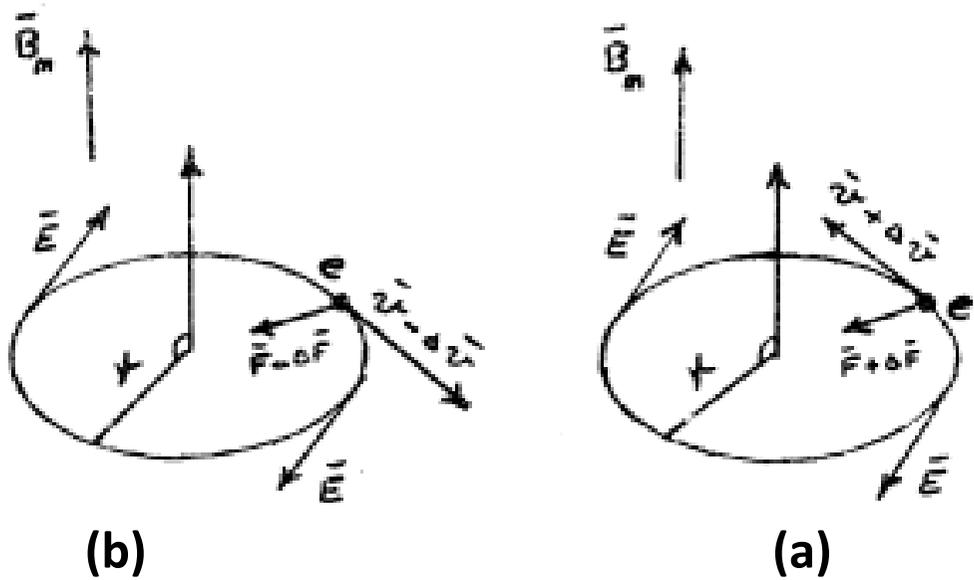
مستقرة لابد من وجود قوة اضافية (ΔF)

وهذه القوة اما ان تكون جاذبية كما في

الشكل رقم (9 a) او تنافرية كما في الشكل

رقم (9 b) مقدارها يمكن حسابه من

المعادلة التالية :



شكل (9): مدار الالكترون مع وجود قوة اضافية (a) جاذبية (b) تنافرية.

$$\Delta F = \frac{m_e (v + \Delta v)^2}{r} - \frac{m_e v^2}{r} \quad \dots (27)$$

$$\therefore \Delta F = 2m_e v \Delta v / r \quad \dots (28)$$

- إذ أننا أهملنا الحد الذي تظهر فيه الكمية $(\Delta v)^2$ لصغر المقدار (Δv) وباستخدام المعادلة (25) نحصل على :

$$\Delta F = e v B_m \quad \dots (29)$$

- وهذه هي القوة المغناطيسية المؤثرة على الإلكترون بسبب المجال المغناطيسي الخارجي ووظيفتها المحافظة على استقرار المدار.

• *****

مثال :

- لبقاء مدار الالكترون في حالة مستقرة لابد من وجود قوة اضافية، احسب مقدار هذه القوة اذا علمت ان سرعة الالكترون تساوي $1.5 \times 10^7 \text{ m/sec}$ وان قيمة الفيض المغناطيسي النهائي هو $1.3 \times 10^{-7} \text{ Wb / m}^2$

• الحل:

بما ان شحنة الالكترون تساوي $(q = e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ coulomb})$

وسرعة الالكترون تساوي : $(v = 1.5 \times 10^7 \text{ m/sec})$

وشدة المجال المغناطيسي يساوي : $(B_m = 1.3 \times 10^{-7} \text{ Wb / m}^2)$

من المعادلة (29) يمكن حساب مقدار القوة الاضافية وكالتالي:

$$\Delta F = e v B_m$$

$$\Delta F = 1.6 \times 10^{-19} \times 1.5 \times 10^7 \times 1.3 \times 10^{-7}$$

$$\Delta F = 3.12 \times 10^{-19} \quad \text{Newton}$$

الخلاصة Summary

- تضمنت المحاضرة النقاط المهمة التالية :
- التعرف على الماد الدايمغناطيسية وهي تلك المواد التي:
 - تكون قابليتها المغناطيسية صغيرة جدا وسالبة.
 - يكون معامل نفاديتها اقل من معامل النفاذية للفراغ.
 - تترتب عزومها المغناطيسية في اتجاه معاكس لاتجاه المجال. عند وضع أي عينة منها في المجال المغناطيسي .
 - لا تملك ذراتها عزومًا مغناطيسية دائمة وذلك لأن العزوم المغناطيسية لإلكتروناتها يلغي بعضها بعضًا .
 - خواصها المغناطيسية لا تتأثر بتغير درجة الحرارة.
- تتنافر مع المجالات المغناطيسية الخارجية حيث تكتسب هذه المواد شدة تمغنت صغيرة جدا إذا وضعت في مجال قوي جدا.
- مثال .
- أختبار.

Start Formative Assessment