الخواص المغناطيسية للمواد

Magnetic Properties of Material

الخواص المغناطيسية للمواد

Magnetic Properties of Material

مقدمة:

جميع المواد على اختلاف أنواعها سواء الغازات أو السوائل أو المواد الصلبة لها خواص مغناطيسية، نتيجة لتأثرها بالمجال المغناطيسي ولكن بدرجات متفاوتة فبعض المواد لها خواص مغناطيسية ضعيفة وبعضها متوسطة وبعضها قوية، ونظراً لإستعمال المواد المغناطيسية في كثير من الأجهزة مثل: الميكروفونات، والسماعات، و وسائل الإتصال اللاسلكية وكذلك استعمالها في ذاكرات الحاسبات الآلية وتطبيقات الفتح والقطع عالي السرعة للدوائر أصبح مهما دراسة بعض القواعد الأساسية لهذه المواد وفهمها بصورة تفصيلية لذلك التالي لابد أن نعرف تصنيف المواد.

الاصل الالكتروني للخواص المغناطيسية:

تنتج المغناطيسية من حركة الالكترونات داخل ذرات المواد، لذلك فإن المغناطيسية صفة من صفات الشحنات المتحركة، وعلى ضوء الفكرة الحديثة عن المغناطيسية هناك نوعان من حركة الالكترونات هما:

اولا: دوران الالكترونات حول نواة الذرة يعطي خصائص مغناطيسية لتركيب الذرة. وأن دوران الالكترون حول النواة مشابها لحركة تيار الكتروني في حلقة موصلة مغلقة. وحركة الالكترونات المدارية لها عزم مغناطيسي مداري μ يساوي حاصل ضرب شدة التيار الناتج عن حركة الالكترون I مضروب بالمساحة التي يمسحها A .

$$\mu = IA$$

$$A = \pi r^2$$

فإذا كان ν عدد دورات الالكترونات حول النواة في ثانية واحدة (التردد)، فإن

$$I = ev$$

وعليه فان العزم المغناطيسي المداري يساوي:

$$\mu = ev\pi r^2$$

وان مغناطيسية المادة تساوي:

$$M = \sum_{i=1}^{n} \mu_i$$

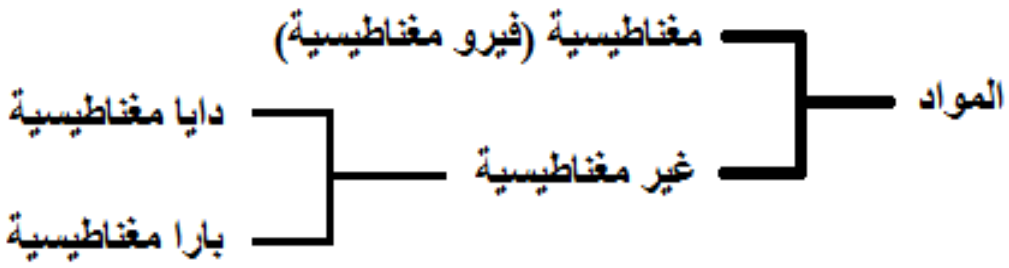
إذا دار الكترونان حول النواة في الذرة بسرعتين زاويتين متساويتين بالمقدار ومتعاكستين بالاتجاه وبنصف قطر واحد للمدار، ينتج عن ذلك أن الخاصية المغناطيسية لاحدهما تلغي تأثير الاخرى، أما اذا أنفرد الالكترون بدورانه حول النواة في الذرة اكسبها صفة مغناطيسية جاعلا من الذرة او الايون دايبولا (مغناطيس صغير ثنائي القطب).

ثنايا: دوران الالكترون حول محوره (البرم) يعتبر كحركه تيارات متناهية في الصغر تولد مجالا مغناطيسيا، وهناك اتجاهان لدوران الالكترون حول محوره، يعتبر الاول موجب والثاني سالبا. وعليه فالالكترونان اللذان يدور كل منهما حول محوره باتجاه معاكس لدوران الاخر يؤلف ازدواج الكتروني يلغي احدهما الخصائص المغناطيسية للاخر، أما أذا أنفرد الالكترون أو أكثر بدورانه حول محوره أو حول النواة جعل الذرة تبدو وكأنها مغناطيس ضعيف يسمى دايبول.

تصنيف المواد

Classification of Materials

ذكر في البند السابق ان المواد على اختلاف انواعها تتأثر بالمجال المغناطيسي الخارجي ولكن بدرجات متفاوتة، وللتبسيط يمكن أن نقسم هذه المواد من حيث خواصها المغناطيسية الى قسمين رئيسيين هما:



تتأثر صفة الفيرومغناطيسية تأثرا كبيرا بدرجة الحرارة فكلما ارتفعت درجة الحرارة ضعفت ضعفت صفة الفيرومغناطيسية، والسبب يرجع الى ان ارتفاع درجات الحرارة يهيج ذرات هذه المواد داخل الجزيئات الى حد يصعب معه التحكم في تلك الذرات بواسطة المجال الخارجي لتوجيهها وجهة معينة. ولكل مادة فيرومغناطيسية درجة حرارة معينة تفقد عندها كل صفاتها المغناطيسية، تسمى هذه الدرجة بدرجة حرارة كوري نسبة الى مكتشفها بير كوري، وهي للحديد 770^0 C . ومثل هذة المواد هو الحديد والكوبلت والنيكل تتجه عزومها في الاصطفاف في اتجاه المجال وبقوة. وتتميز هذه المواد بأن:

1. معامل نفاذيتها كبيرة جدا $\mu >>> 1$
2. والقابلية المغناطيسية لها χ_m موجبة.

مواد دايامغناطيسية Diamagnetic

هي المواد التي تميل إلى الإبتعاد عن المجال المغناطيسي مهما كان اتجاهه وإذا أتيحت لها حرية الدوران فإنها تجعل أطوال محاورها متعامدة على خطوط المجال المغناطيسي ومن هذه المواد: النحاس، فضة، سيليكون، ذهب، ألماس. وتتميز هذه المواد بأن:

1. معامل نفاذيتها أقل من الواحد $\mu < 1$
2. القابلية المغناطيسية χ_m لها سالبة وقليلة جدا ولا تعتمد على درجة الحرارة.
3. ذراتها لا تمتلك عزوم مغناطيسية دائمة.
4. لا تتمغنط، حيث أن عزوم المغناطيسية لها تأخذ إتجاه معاكس للمجال المغناطيسي المؤثر عليها (M تعاكس إتجاه H) .
5. جميع المواد تصبح دايامغناطيسية بدرجات الحرارة العالية.
6. صفة الدايامغناطيسية صفة مؤقتة تزول بزوال المجال المغناطيسي المسلط.

مواد بارامغناطيسية Paramagnetic

تميل هذه المواد للحركه من المناطق الضعيفة في المجال المغناطيسي الى المناطق القوية، بمعنى اخر هي المواد التي تنجذب نحو المغناطيس، وإذا كانت حرة الدوران إتجهت أطوالها في اتجاه يوازي المجال المغناطيسي المؤثر ومن هذه المواد: الألمنيوم، التنجستين، الكالسيوم، الأكسجين، التيتانيوم. وتتميز هذه المواد بأن:

1. معامل نفاذيتها أكبر من الواحد $\mu > 1$
2. والقابلية المغناطيسية لها χ_m موجبة.
3. تمتلك عزوم مغناطيسية دائمة تأخذ إتجاه موازي للمجال المغناطيسي (M نفس اتجاه H).
4. يمكن مغنطتها حيث أن إستجابتها للمغنطة متوسطة.

ويلاحظ أن χ_m تعتمد على درجة الحرارة في حالة المواد البارامغناطيسية إذ نجد أنها تقل كلما ارتفعت درجة الحرارة، ويرجع ذلك إلى أن الإثارة الحرارية الناتجة عن ارتفاع درجة الحرارة تعمل على بعثرة اتجاهات العزوم المغناطيسية بينما يعمل المجال المغناطيسي على إنتظامها في اتجاهه، ومن ثم تعاكس الحرارة عملية انتظام العزوم المغناطيسية التي يسببها المجال المغناطيسي. في حالة المواد الدايامغناطيسية فإن خواصها المغناطيسية لا تتأثر بتغير درجة الحرارة.

أصل المغناطيسية:

تتألف جميع المواد من ذرات بها نواة موجبة الشحنة تدور حولها الكترونات سالبة الشحنة فحركة هذه الشحنات السالبة، تكون تيارات كهربائية صغيرة مما يتسبب في احداث مجال ذري له عزم مغناطيسي ذري. ففي حالة عدم وجود اي مجال مغناطيسي خارجي تكون التيارات الصغيرة في اتجاهات عشوائية مختلفة (Random Orientation) كما في الشكل ادناه، مما يسبب في احداث مجالات مغناطيسية ذرية محددة في حجم الذرة ومحصلة التيارات والعزوم المغناطيسية (Magnetic Moments) في المادة تلغي بعضها البعض وبذلك لا يظهر اي اثر للمجال المغناطيسي. ويشذ عن هذه الحاله المغناطيس الدائم (Permanent Magnet). أما أذا وضعت المادة في مجال مغناطيسي خارجي (External Magnetic Field) حثه B ، فإن القوة المغناطيسية المؤثرة على الشحنات

المتحركة تغير من اتجاه مدار الالكترونات في الذرات ومسار التيار للالكترونات الحرة في المعادن ولذلك يتولد مجال مغناطيسي يكون اتجاهه مع اتجاه المجال الخارجي كما في حالة المواد البارامغناطيسية او عكس اتجاه المجال الخارجي كما في حالة المواد الدايامغناطيسية.

والمجالات المغناطيسية الذرية في محيط الذرة تحدث لسببين هما:

اولا: الحركة المدارية (Orbital Motion) للالكترون حول النواة تسبب تيارا له عزم مغناطيسي.

ثانيا: للالكترون عزم مغناطيسي ذاتي (Intrinsic Magnetic Moment) مقترن بالعزم الحركي الزاوي الذاتي (Intrinsic Angular Moment) وهو ما يسمى بغزل الالكترون (Electron Spin) حيث يدور الالكترون حول نفسه كما تدور الارض حول محورها. وحركة هذه الالكترونات تشبه حركة تيار كهربائي في ملف، وفي هذه الحالة يكون الملف على هيئة مغناطيس ذي قطب شمالي في جهة وقطب جنوبي من جهة اخرى.