بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

تضخم المجال المغنطيسي على ضوء معادلات البلازما

Amplification of Magnetic Field on the Basis of Plasma Equations

إعداد:

النعمه حمد النيل محمد حمد النيل

إشراف:

بروفسيور / مبارك درار عبد الله

بسم الله الرحمن الرحيم

يوليو/2014م

الآيــــة

قال تعالى:

(لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ
لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ
وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ) صدق
الله العظيم

سورة الحديد، الآية (25)

إهـــــداء

إلى الذين أمرني ربي أن أخفض هما جناح الذل من الرحمة
(أمي وأبي)
إلى من أحمل اسمك بكل فخر يا من كنت لي خير ذخر (أبى)
إلى حكمتي وعلمي وأبي وحلمي إلى طريق الهداية
إلى ينبوع الحنان والمودة والعطف واللين إلى كل من في الوجود بعد الله
ورسوله (أمي)
إلى الذين نلت من عوالمهم إطلال تمدني بعطاياها دوماً في طريق العمل
والإبداع
(أخواني وإخواتي)

الشكر والعرفان

لو أتيت بكل كلمات لغة الضاد وأفنيت بحر النطق في النظم والنثر لما كنت إلا مقصراً عن واجب الشكر والتقدير بعد الله سبحانه وتعالى الأستاذ بروفسيور/ **مبارك درار عبد الله** وأسرة جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، كلية الدراسات العليا وكلية العلوم- قسم الفيزياء

والشكر لكل من قدم لي يد العون والمساعدة بمجهود أو رأي...

والشكر أولاً وأخيراً لله سبحانه وتعالى

ملخص البحث

يعتبر المجال المغنطيسي أساس توليد الطاقة الكهربائية لذا فإن زيادة شدته تزيد الطاقة الكهربائية المتولدة، لذا اهتم هذا البحث بمسألة زيادة شدة المجال المغنطيسي وتضحية ومعلوم أن هذا التضخيم ممكن في إطار التوصيل الفائق الذي يحتاج لمركبات معينة تحتاج لتقنيات معقدة وتبريد فائق وهذا أمر صعب التطبيق.

لذا اتجه هذا البحث نحو محاولة ايجاد تقنية سهلة تستند على أساس نظري متين. وقد استخدم هذا البحث معادلات جديدة للفيزياء الإحصائية مستنبطة من معالات البلازما تثبت إمكانية حدوث التضخم المغنطيسي عندما تكون المادة ذات مغنطيسية موازية وتكون طاقة الجهد والربط عالية وأعلى من أشكال الطاقة الأخرى.

ABSTRACT

The magnetic field is considered as responsible for generating electricity. There for ifs intensity increase, increases generated energy thus this research is concerned with the increase and amplification magnetic filed. It is well known that this amplification is Possible with the frame work of super conductivity, which requires certain chemical components needing complex techniques and super cooling, which h difficult to be applied.

Therefore this research is directed towards foundation of easy technique based on strong theoretic back ground. This research utilizes new equations of statical physics derived from plasma equations. There equations prove the possibility of magnetic When the material is paramagnetic and the potential .amplification and binding energy are larger from all other energy forms.

الفهرس:

الباب الأول
المقدمة

1.1 تاريخ المغنطيسية وفوائدها وتطبيقاتها:

بدأ علم المغنطيسية مع ملاحظة تأثير بعض الأحجار مثل المقدرة على جذب قطع الحديد، مثل هذه الأحجار تسمي بالمغنطيس الطبيعي، وتحقيق من المشاهدات العديدة أن الأرض هي أيضاً مغنطيس طبيعي لتأثيرها على انحراف ابرة البوصلة المغنطيسية واتضح العلماء أن الكهرباء لها علاقة بالمغنطيسية فأثناء دراسة تطبيقات التيار الكهربي علمياً لاحظ أورست عام 1820م أنه إذا مر تيار كهربي في سلك فإنه ينشأ حوله بالقرب منه. بهذه التجربة ثبت بالصدفة علاقة الكهرباء مع المغناطيسية.

ومن المعروف أن المغناطيسيات هي جزء أساسي في كثير من المولدات الكهربائية والمحركات، كما أنها تستخدم في المصانع لرفع الآلات والأجزاء الحديدية الثقيلة وتقلها من مكان إلى آخر كما تستخدم في كثير من التطبيقات الطبية من أجهزة الرنين النووي المغنطيسي وهي تستخدم في الصناعة لفصل الشوائب عن الأطعمة وعن المواد الخام مثل أكسيد الالمونيوم وكربونات الكالسيوم وغيرها من المركبات {1}.

ولقد أسهمت المغنطيسات الفائقة في رفع كفاء مولدات الطاقة الكهربائية، بحيث تستطيع مولدات صغيرة الحجم تستخدم موصلات فائقة أن تولد طاقة كهربية ضخمة{2}.

2-1 مشكلة البحث:

أن توليد طاقة كهربائية عالية والتشخيص بالرنين المغنطيسي يتطلب وجود مجال مغنطيسي شدته عاليه، والمجال المغنطيسي الهائل الذي تولده الموصلات الفائقة يحتاج لتقنيات معقدة بما يستوجب التفكير في آلية أخري لتوليد مجال مغنطيسي قوي.

3-1 العرض من البحث:

يهدف هذا البحث لإيجاد آلية جديدة لتوليد مجال مغنطيسي شدته عالية، لينفتح الباب واسعاً أمام تقنيات سهلة وجديدة.

4-1 محتوي البحث:

يحتوي البحث على أربعة أبواب الباب الأول هو المقدمة والباب الثاني يتحدث عن الخواص المغنطيسية للمادة بينما الباب الثالث يخص معادلات البلازما، أما الباب الرابع فيتناول شروط تضخم المجال المغنطيسي.

الباب الثاني

الخواص المغنطيسية للمادة

1-2 المقدمة:

لقد كان وما زال الاهتمام بالغاً بالخواص المغنطيسية للمادة نسبة لما توفره دراسة هذه الخواص من معلومات قيمة عن تكوين المادة وعن التفاعلات الكهرومغناطيسية، وقد أدت دراسة هذه الخواص إلى تطورات في المجالات التقنية، وأمتد استخدام المواد المغنطيسية في صناعة المحولات والمولدات والأجهزة مثل أجهزة خزن المعلومات في أشرطة الفيديو وأقراص الحاسوب ومازال هذا المجال متطوراً.
لذا سيهتم هذا الباب بالخواص المغنطيسية للذرة وتصيف المواد المغنطيسية.

2-2 مغنطيسية الذرة:

تتركب الذرة من نواه تدور حولها الالكترونات وحسب النماذج البسيطة للذرة يمكن اعتبار هذه المدارات دائرية الشكل، ولأن الالكترونيات التى تدور شحناتها سالبة لذا فإنها تشكل تيارات كهربية تسير في مسارات دائرية، وهذه التيارات الكهربية تولد مجالات مغنطيسية، فإذا ولدت هذه الالكترونات تيار كهربي شدته (i) وكان هذا التيار يحيط بسطح دائري مساحته (A) فإن العزم المغنطيسي للذرة يساوي M_a {2}

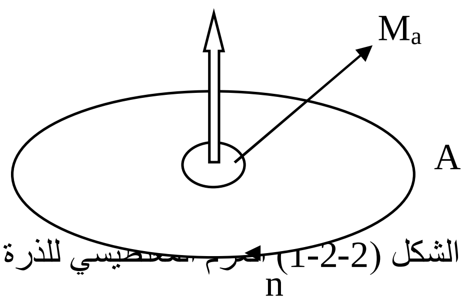
$$M_a = A_i \qquad (2.2.1)$$

فإذا كانت شحنة الالكتروني e وعدد الالكترونات z وترددها f فإن شدة التيار يساوي:

$$i = -zef \qquad (2.2.2)$$

إذن بتعويض (2.2.2) في (2.2.1) نجد أن:

$$M_a = -zefA \qquad (2.2.3)$$



الشكل (2-2-1) العزم المغنطيسي للذرة

وفي حالة اصطاف n ذرة في وحدة الحجم في اتجاه واحد فإن العزم المغنطيسي لوحدة الحجم يساوي:

$$M = nM_a = -nzefA \qquad (2.2.4)$$

(2-3) تصنيف المواد حسب خواصها المغنطيسية:

عند تسليط مجال مغنطيسي على أي مادة فإن ذراتها تستجيب لهذا المجال بطرق مختلفة.

لذا تصنيف المواد على حسب خواصها لثلاثة أصناف هي المواد المغنطيسية العكسية (الدايامغنطيسية) والمواد المغنطيسية الموازية (المواد البارامغنطيسية) والمواد الحديدية المغنطيسية (المواد الغير مغتطيسية).

(2-4) المواد الدايامغنطيسية:

عندما تسلط مجال مغنطيسي على ذرة فإن ذلك سوف يؤدي إلى توليد تيار تأثيري بواسطة الالكترونات في مدارات الذرة حيث يولد هذا التيار مجال مغنطيسي ذو اتجاه معاكس للمجال الخارجي لذا تكون قابليته المغنطيسية سالبة وهي تشمل معظم البلورات الأيونية والتساهمية التى تكون القشرات الالكترونية لذراتها أو أيوناتها، وينتج السلوك الديامغناطيسي من تأثير المجال المغنطيسي على الحركة المدارية للاكترونات على ذراتها.

ويمكن تمييز المواد الدايا مغنطيسية بتعليق قطعة من المادة في مجال مغنطيسي فتنشأ قوة طاردة تدفع بالقطعة خارج المجال ويؤدي جود القطعة في المجال إلى انخفاض في الحث المغنطيسي داخل القطعة هذا بالإضافة إلى أن المواد الدايامغنطيسية تمتلك تأثيرية سالبة وصغيرة عددياً ومن هذه المواد النحاس والزجاج والماء{2}.

وقد وضع لانجفين تصورا لتفسير هذه الظاهرة حيث افترض أن التيار الناشئ من حركة الإلكترون في مسار دائري إلى ظهور عزم مغنطيسي متصل بهذه الحركة كما في المعادلة (2.2.1).

$$M_a = iA \qquad (2.4.1)$$

عليه بالنظر إلى تأثير المجال المغنطيسي الخارجي على الحركة المدارية للإلكترون بالافتراض أن التردد الزاوي للحركة في اتجاه عقارب الساعة ω_o وبذلك تمثل قوة الطرد $F_c = \frac{mu_0^2}{r}$.

$$f_e = \frac{mu_0^2}{r} = \frac{w_0^2 r^2}{r} = w_0^2 r \qquad (2.4.2)$$

حيث تتزن قوة الطرد F_c مع قوة الجذب الكهربي بين الإلكترون بالنواة F_e حيث تكون سرعة الجسيم في مسار دائري إلى أن :

$$f_e = mw_0^2 r = f_e \qquad (2.4.3)$$

نصف قطره r هي $v = w_0 r$

حيث r ≡ نصف قطر المدار.

f_e ≡ القوى الكهربية الناتجة من جذب النوة للالكترون عند تطبيق المجال المغنطيسي تكون هنالك قوة إضافية تعرف بقوة لورتز (F_l) إذا كان الالكترون في نفس المدار بتغير التردد الزاوي لوجود القوة الزائدة فإن معادلة الحركة تكون:

$$F = mw^2 r = f_e - f_l = mw_0^2 r - erwB \qquad (2.4.4)$$

إذن : (2.4.5)
$$\omega_0^2 - \omega^2 = \frac{ewB}{m}$$
بما أن ω لا تختلف كثيراً عن w_0 فيمكن عمل التقريب الآتي:
$$w \approx w_0 \qquad \omega_0 - \omega = \Delta\omega$$
$$\omega_0^2 - w^2 = (\omega_0 + \omega)\,(\omega_0 - \omega) = (2\omega)(\Delta\omega) \quad = \quad 2\omega\Delta\omega$$
حيث أن $\Delta w = w_0 - w$ بالتعويض في (2.4.5) تكون :
$$\Delta\omega = \frac{eB}{2m} \qquad (2.4.6)$$
وهذا التردد Δw يسمي يتردد لا رموز الذي يعرف بالعلاقة:
$$\omega_l = \Delta\omega = {}^{eB}\!/_{2m} \qquad (2.2.7)$$
وينتج عن هذا التردد تياراً تأثيري لـZ الكترون شدته:
$$i = -ezf = -\frac{\omega_l ez}{2\pi} = \frac{(-e\,{}^{B}\!/_{2m})}{2\pi}ez \qquad (2.4.8)$$
وباعتبار مسار الالكترون دائرة نصف قطرها r فإن مساحتها $A = \pi r^2$
وعند الأخذ في الاعتبار مقدار عزم ثنائي القطب المغنطيسي لذرة واجدة من المعادلة (2.4.1) يتضح أن:
$$M_a = iA = \frac{-e\omega_L(\pi r^2)}{2\pi}Z = \frac{-Ze\omega_L r^2}{2} \qquad (2.4.9)$$

وعليه يكون تغير العزم المغنطيسي في الصيغة:
$$\Delta M = M_a = -\frac{er^2\Delta wz}{2} = -\frac{er^2 w_l z}{2} \qquad (2.4.10)$$
بالتعويض عن التردد لا رموز من المعادلة (2.4.7) يصبح العزم المغنطيسي المتولد من التيار التأثيري:
$$M_a = \frac{-ze^2Br^2}{4m} \qquad (2.4.11)$$
ويلاحظ هنا أن قيمة العزم المغنطيسي سالبة. وهذا يدل على أن هنالك انخفاض في مقدار العزم المغنطيسي في اتجاه المجال وعلى أن العزم المشحن يكون في اتجاه مضاد لاتجاه المجالـ أي أن المجال المغنطيسي يكون دايا مغتطيسيا وهذا يتفق مع قانون لنز

للبحث الذي ينص على أن التيار المشحن بواسطة المجال المغنطيسي يولد مجالاً مغنطيسياً مضاداً للمجال.

هذه العلاقة الأخير تحتاج لتعديل حيث يتم استخدام القطر (r) للمدار الدائري من الاكترون إلى النواه ومتوسط مربع هذه المسافة ($r^2 = z^2 + y^2$) بدلاً من نصف قطر دوران الالكترون حول المجال المغنطيسي (R) فتكون العلاقة بينها هي:

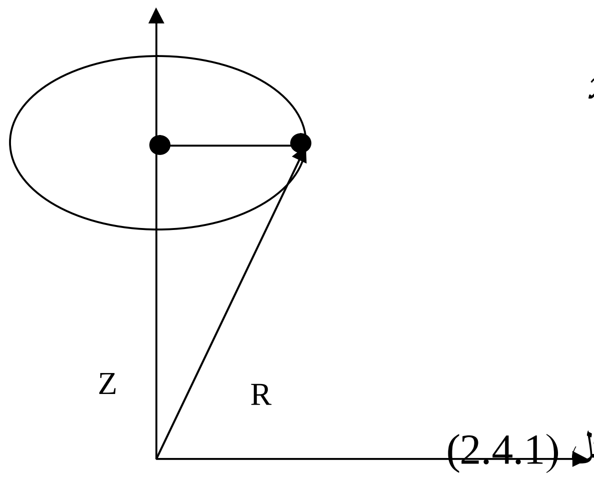
$$R^2 = r^2 + Z^2$$

حيث أن: $x^2 = y^2 + Z^2 = R^2$

$$3\bar{z} = R^2$$

إذ أن: $x = y = z$

أذن: $z^2 = \frac{1}{3} R^2$



شكل (2.4.1)

ممكن: $R^2 = r^2 + Z^2$

$$R^2 = r^2 + \frac{1}{3} R^2, \qquad r^2 = \frac{2}{3} R^2$$

بتعويض هذه المعادلة في (2.4.11) يمكن عزم الذرة في الصيغة:

$$M_a = \frac{e^2 BZR^2}{6m} \qquad (2.4.12)$$

فإذا كان لدينا n ذرة في وحدة الحجم فإن العزم المغنطيسي في وحدة الحجم يساوي:

$$M = nm_a = \frac{-ne^2 BZR^2}{6m} \qquad (2.4.13)$$

وبما أن كثافة الفيض ωB علاقة مع شدة المجال H والنفاذية المغنطيسية في الفراغ M_0 في الصيغة:

$$B = \mu_0 H \qquad (2.4.14)$$

إذن بتعويض (2.4.14) في (2.4.13) تصبح المعادلة في الصيغة:

$$M = \frac{\mu_0 ne^2 zR^2 H}{6m} \qquad (2.4.15)$$

وعليه تكون القابلية المغنطيسية العكسية (الدايامغنطيسية في الصيغة)

$$x_D = \frac{M}{H} = \frac{-\mu_0 e^2 z R^2 n}{6m} \qquad (2.4.16)$$

(2.5) المواد ذات المغنطيسية الموازية (المواد البارامغنطيسية):

تنشأ البارامغنطيسية في الأيونات التى لا تكون مكتملة القشرة مثل أيونات العناصر الانتقالية والعناصر النادرة مثل أيونات المجموعة الحديدية وفي هذه الحالة يكون عدد الالكترونات فردية لذا يكون للذرة عزم مغنطيسي وتعمل الذرات عندئذ كمغنطيسات صغيرة تعطف في اتجاه المجال المغنطيسي الخارجي فتقويه فيمكن تميزها بتعليق عينة من المادة في مجال مغنطيسي في هذه الحالة فإن العينة تنجذب نحو المجال المغنطيسي ويحدث انخفاض في الحث المغنطيسي داخل المادة.

تعزي ظاهرة المغنطيسية الموازية في هذه المواد نتيجة لوجود الكترونات فردية غير مزدوجة في قشرات الذرات أو الأيونات التى يكون لها عزوم مغناطيسية فتصبح في هيئة مغنطيسيات صغيرة.

وتتوزع هذه العزوم عشوائياً داخل المادة وعند تسليط مجال مغنطيسي تنتظم بعض العزوم في اتجاه المجال وتتمغنط المادة لذلك فإن القابلية المغناطيسية تكون موجبة إلا أنها صغيرة جداً وتعتمد القابلية المغناطيسية لهذه المولد على درجة الحرارة فتنخفض كلما زادت درجة الحرارة {2}.

ويكون العزم المغنطيسي للذرة في الصيغة الكمية:

$$M_a = U_m = g\frac{(-e)}{2m}hj \qquad (2.5.1)$$

A= atom *m= magntcs*

حيث تمثل J = الاندفاع الزاوي الكلي.

$Um\equiv$ العزم المغنطيسي للذرة.

$g \equiv$ معامل انتشار لاندي.

وتكون الذرة بارامغتطيسية إذا كانت محصلة العزم المغنطيسي لا تساوي صفر.

كما هو معلوم فإن عدد الالكترونات في أي مستوى طاقة في الذرة زوجي (اثنين) أحدهما معزلي ½ Ms والآخر يكون ½- = M_s والآخر يكون ½- = M_2 مما يعني ان العزم المعزلي المحصل مهما أما إذا كان عدد الالكترونات فردي فإن محصلة العزم لا تساوي صفر.

وعند التأثير بمجال مغنطيسي خارجي على الذرة فإن العزوم المغنطيسية تترتب أما موازية في اتجاه المجال الخارجي أو وذلك وفقاً لاتجاه الحركة المغزلية للإلكترون في اتجاه عقارب أو عكس اتجاه عقارب الساعة $M = \pm ½$.

إذ سلطنا مجالاً مغنطيسياً شدته H على البلورة فإن الالكترونات التى مغزلها موجب تكتسب طاقتها BH بينما تنقص طاقة الإلكترون ذو المغزل السالب بمقدار BH أي أن:

$$\Delta E = gBHm_s \qquad (2.5.2)$$

B = معامل بوهر المغنطيسي.

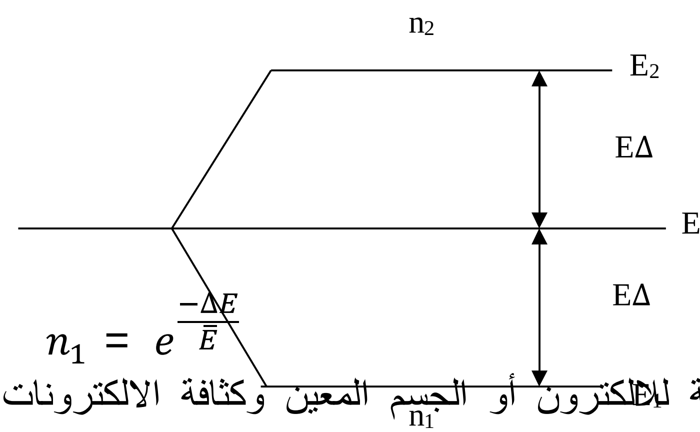
M_s = العدد المغنطيسي الكمي.

نفرض أن هنالك مستوى واحد فقط انغلق إلى المغزلي الكمي والعدد المغنطيسي في وجود المجال المغنطيسي وأن عدد الالكترونات ذات المغول الموجب على المستوي الأول في وحدة الحجم n_1 بينما عدد الالكترونات ذات المغزل السالب على المستوي الآخر في وحدة الحجم n_2.

إذا كان n هو العدد الكلي لالكترونيات في وحدة الحجم إذن:

$$n = n_1 + n_2 \qquad (2.5.3)$$

استخدام إحصاء ماكسويل وبولترمان تكون كثافة الإلكترونان في المستوى الأول هو:



$$n_1 = e^{\frac{-\Delta E}{\bar{E}}} \qquad (2.5.4)$$

حيث تمثل E متوسط الطاقة للإلكترون أو الجسم المعين وكثافة الالكترونات في المستوي الثاني هي:

$$n_2 = e^{\frac{-\Delta E}{\bar{E}}} \qquad (2.5.5)$$

إذن:

$$\therefore n = n_1 + n_2 = e^{\frac{\Delta E}{E}} + e^{\frac{-\Delta E}{E}}$$

$$\frac{n_1}{n} = \frac{e^{\frac{\Delta E}{E}}}{e^{\frac{\Delta E}{E}} + e^{\frac{-\Delta E}{E}}}$$

$$\frac{n_2}{n} = \frac{e^{\frac{-\Delta E}{E}}}{e^{\frac{\Delta E}{E}} + e^{\frac{-\Delta E}{E}}}$$

ويكون مقدار المغنطيسية الناشئة عن n ذرات في وحدة الحجم:

$$M = gBm_s(n_1 - n_2)$$

$$= gBm_2\left(\frac{e^x - e^{-x}}{n}\right)n = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}gBM_s \qquad (2.5.6)$$

وتوضح:

$$x = \frac{\Delta E}{E} = \frac{gBm_sH}{\bar{E}} \qquad (2.5.7)$$

$e^x = 1 + x\ , \quad x \ll 1$ عندما تكون

$$= \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = \frac{(1 + x) - (1 - x)}{(1 + x) + (1 - x)} = \frac{2x}{2} = x \qquad (2.5.8)$$

وعندها تكون:

$$M = m_sBwg\frac{Bm_sH}{\bar{E}} = \frac{ng^2m_s^2B^2H}{\bar{E}} \qquad (2.5.9)$$

وبما أن معامل انشطار لاندي $g = 2$

ولأن ($m_s = \pm\frac{1}{2}$) إذن تصبح المعادلة (2.5.9) في الصيغة:

$$M = \frac{nB^2H}{\bar{E}} \qquad (2.5.10)$$

وعليه فإن القابلية المغنطيسية x تساوي:

$$x_b = \frac{M}{H} = \frac{nB^2}{\bar{E}} \qquad (2.5.11)$$

وبصفة عامة عند استخدام المعادلة (2.5.9) تصبح القابلية المغنطيسية الموازية (البارامغنطيسية) في الصيغة :

$$x_{\mathrm{b}} = \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{H}} = \frac{\mathrm{ng^2 m_s^2 B^2}}{\bar{\mathrm{E}}} \qquad (2.5.12)$$

الباب الثالث

معادلات البلازما

(1.3) المقدمة:

تنجح القوانين الإحصائية في وصف العديد من الظواهر الفيزيائية، ولكنها تفشل في تفسير الظواهر الفيزيائية المتعلقة بالموصلات الفائقة التوصيل مثل السعة الحرارية النوعية، بل أكثر من ذلك فإن هذه القوانين المجال المغنطيسي حيث أن المادة ممغنطة تتغير فيها طاقتي الوضع والحركة للجزئي والذرة وهذا يعني أنه يجب أن تتغير الطاقة الداخلية.

ولكن القوانين الإحصائية العادية والطاقة الداخلية ليست لها أرضية مشتركة مع الطاقة المغنطيسية أو أي طاقات داخلية أخري.

يتعلق هذا العمل باشتقاق القوانين الإحصائية من معادلات البلازما والمعالجة الكمية البسيطة المتعلقة بالاحتكاك والمغنطيسية وطاقات المجال الأخرى بقوانين إحصائية(3).

(2.3) معادلة البلازما العادية:

معادلة البلازما لحركة الجزئيات في وجود مجال كهربي لكل جزئي موجود في مادة حجمها v وقوة ضغطها P وتواجه قوى مقاومة F_r تكون في الصيغة {4}.

$$nm\frac{dv}{dt} = -\nabla P - f_r - \nabla nv$$

حيث أن m, n هي كثافة الجزئيات وكتلتها بالترتيب باعتبار حركة الجزء في بعد واحد على طول المحور x تصبح معادل الحركة:

$$nm\frac{dv}{dx}.\frac{dx}{dt} = -\frac{dp}{dx} - \frac{d(nv)}{dx} - f_r$$

$$nd\frac{(\frac{1}{2}mv^2)}{dx} = \frac{dp}{dx} - \frac{d(nv)}{dx} - f_r$$

$$n\frac{d(\frac{1}{2}mv^2)}{dx} = -\frac{dp}{dx} - \frac{d(nv)}{dx} - f_r \qquad (3.2.2)$$

حيث أن طاقة الحركة لجزئي الواحد يمكن أن تكتب كالآتي:

$$T = \frac{1}{2}Mv^2 = E_0 \qquad (3.2.3)$$

كما أن الضغط P يمكن أن ينقسم إلى ضغط حراري P_t وغير حراري P_0 يكتب في الصيغة:

$$P = P_T + P_o = nkT + np_p \qquad (3.2.4)$$

حيث أن p_p هي الضغط الغير حراري الجزئي الواحد.

(3-3) المعادلة الإحصائية للبلازما عند تغير الضغط مع درجة الحرارة:

عند تغير الضغط الحراري يسبب تغير درجة الحرارة تكون معادلة الضغط في الصيغة:

$$\frac{dpt}{dx} = \frac{nd(kT)}{dx} \qquad (3.3.1)$$

في هذه الحالة تكون معادلة البلازما (3.2.2) في عدم وجود قوة المقاومة تعطى في الصيغة:

$$nd\frac{\left(\frac{1}{2}m\gamma^2\right)}{dx} = \frac{-dp_T}{dx} - \frac{d(nv)}{dx}$$

حيث تم إهمال الضغط الغير الحراري، وعليه يمكن استخدام المعادلة (3.2.3.) للحصول على الصيغة:

$$\frac{ndE_0}{dx} = \frac{-dp_T}{dx} - \frac{d(nv)}{dx} \qquad (3.3.2)$$

حيث أن الضغط هنا ناتج من الضغط الحراري فقط. فإذا كان الجهد الكلي vt يتغير بتغير كثافة الجسيمان n فقط إذن :

$$\frac{dvt}{dx} = \frac{d(nv)}{dx} = \frac{ndV}{dx} \qquad (3.3.3)$$

في هذه الحالة تصبح (3.3.2) في الصيغة:

$$\frac{ndE_0}{\mathrm{dx}} = -\frac{\mathrm{nd(kT)}}{\mathrm{dx}} - \frac{\mathrm{ndv}}{\mathrm{dx}}$$

$$p = p_T + p_0 = nkT + np_p$$

ويمكن تكون:

$$\int dE_0 = -\int d(kT) - \int dV$$

إذن: $E_0 = -\mathrm{kt} - \mathrm{v} + \mathrm{c}_0$

ويمكن تكون:

$$C_o = E_o + kT + V \qquad (3.3.4)$$

وبما أن الطرف الأيمن هو مجموع طاقات وهو يساوي مقدار ثابت C_O إذن هو يمثل الطاقة الكلية أي أن:

$$E = E_0 + V + kT$$

∴ الطاقة الكلية تساوي طاقة الحركة (E_0) وطاقة الوضع (v) والطاقة الحرارية (KT).

لكن إذا كان التغير ناتج من معدل التغير لـ(n) فقط.

إذن:

$$\frac{dv}{dx} = \frac{Vdn}{dx} \qquad (3.3.5)$$

إذن المعادلة (3.3.2) تقرأ:

$$n\frac{dE_o}{dx} = -\frac{nd(kt)}{dx} - \frac{Vdn}{dx}$$

$$n(dE_0 + dkT) = -Vdn$$

$$\int \frac{dn}{n} = -\int \frac{dE_0 + dkt}{V}$$

$$Inn = -\frac{(E_0 + kT)}{V} + C_0$$

$$n = C_e \frac{-(E_0 + kT)}{\gamma} \qquad (3.3.6)$$

$$\bar{E} = V$$

وهذه المعادلة تمثل التوزيع الإحصائي لمنظومة طاقة وضع لكل جزئي قيمتها ثابت في حين تتغير درجة حرارتها وحركتها مع والوضع x.

إذا كات التغيير لـ(V_t) بالنسبة لـ(x) بسبب التغير في كلا من (n) و(v) بالنسبة لـ(x)

$$\frac{dV_t}{dx} = \frac{d(n\gamma)}{dx} = \frac{ndv}{dx} + \frac{Vdn}{dx} \qquad (3.3.7)$$

بتعويض المعادلة (3.3.6) في (3.3.2) ينتج:

$$n\frac{dE_0}{dx} = \frac{-nd(kt}{dx} - \frac{ndV}{dx} - \frac{Vdn}{dx}$$

$$nd(E_0 + kT + V) = -Vd_n$$

$$\int \frac{dn}{n} = -\int d\frac{(E_0 + kT + V)}{V} + C_0$$

$$n = Ce^{-\frac{(E_0+kT+V)}{V}} \qquad (3.3.7)$$

هذه المعادلة تمثل معادلة منظومة جسيمات منظومة تتغير درجة حرارتها وطاقة حركتها وكثافة جسيماتها مع الوضع، ويتغير جهدها لكل جسيم مع الوضع.

الباب الرابع

شروط تضخيم المجال المغنطيسي

(1.4) المقدمة:

يعتبر تضخيم المجال المغنطيسي من المسائل المهمة جداً في تطبيقات توليد الكهرباء والتشخيص بالرنين المغنطيسي لذا سينظر هذا الباب في شروط التضخيم بالنسبة للمواد ذات الخواص المغنطيسية المختلفة (3)

(2.4) المجال المغنطيسي داخل المادة وشرط التضخم:

يؤدي توغل المجال المغنطيسي داخل المادة لتوليد مجال مغنطيسي بداخله قد يوازي المجال الخارجي فيقويه أو قد يعاكسه فيصفه لحدوث التضخيم للدايامغنطيسية يجب تطبيق شروط التضخيم (4).

$$A_{m=}1 + \frac{x}{m_0} > 1 \qquad (4.2.1)$$

وبتعويض قيمة القابلية الدايامغنطيسية من المعادلة (2.4.12) تصبح :

$$= \frac{\mathrm{e}^2 Z R^2 n}{6\mathrm{m}} + > 1$$

وهذا يتطلب أن يكون :

$$-\frac{\mathrm{e}^2 Z R^2 n}{6\mathrm{m}} + > 0 \qquad (4.2.2)$$

هذا مستحيل للديامغنطسية أن m, n, r, z, e قيم موجبة لذا فإن :

$$-\frac{\mathrm{e}^2 Z R^2 n}{6\mathrm{m}} < 0 \qquad (4.2.3)$$

أما المواد البارامغناطيسية فمن المعادل (2.5.12) يحدث التضخيم عندما:

$$A_m = 1 + \frac{x}{M_0} > 0$$

$$\frac{1 + n g^2 m^2 B^2}{\bar{E}} > 0 \qquad (4.2.4)$$

بالنسبة للمستويات التى تتعلق لمستويين، وعند آخر اللف المغزلي للإلكترون في الاعتبار تكون:

$$g = 2 \quad m_2 = \frac{1}{2} \qquad (4.2.5)$$

وعليه يحدث التضخم عندما:

$$\frac{nB^2}{\bar{\mathrm{E}}} > 0 \qquad (4.2.6)$$

(3.4) التضخيم وعلاقته بالطاقة والاتزان للمادة المغنطيسية الموازية:

بين بند (4-2) إن تضخيم المجال المغنطيسي ممكن للمغنطيسية الموازية. وتوضح المعادلة (3.2.5) أنه عندما يكون معدل التغير في n فقط. أي عندما تتغير كثافة الجسيمات فقط, فإن متوسط الطاقة (E){4} يساوي ((أنظر المعادلة) (2.5.4)).

$$\bar{\mathrm{E}} = V \qquad (4.3.1)$$

وهذا يعني أن جهد المجال منتظم في حين تتغير كثافة الجسيمات وعليه فإن المعادلة (3.3.5) توضح أن عدد الجسيمات يساوي:

$$n = ce^{\frac{-(E_0+kT)}{V}} \qquad (4.3.2)$$

بتعويض (4.3.2) في (4.2.6) ينتج أن عدد الجسميات يساوي:

$$cB^2 e^{\frac{-(E_0+kT)}{V}} > 0 \qquad (4.3.3)$$

يمكن تبسيط هذه الصيغة بإجراء بعض التقريبات لبعض الحالات الخاصة فإذا وصفنا $E_0 + kT \ll V$ وكانت $x = \frac{E_0+kT}{r}$

وعليه فإن: $e^{-x} = 1 - x \qquad (4.3.5)$

إذن تصبح المعادلة (4.3.3) في الصيغة:

$$\frac{cB^2}{V}(1 - (\frac{E_0 + kT}{V}) > 0$$

$$1 - \frac{(E_o + kt)}{V} > 0 \qquad 1 > \frac{E_0 + kT}{V}$$

$$\frac{kT + E_o}{V} > 1$$

$$kT + E_o < V \quad E_0 < V - kT \qquad (4.3.6)$$

أي أن شرط التضخيم تستدعي أن يكون مجموع طاقة الحركة والطاقة الحرارية أقل من طاقة الوضع ويكون شرط التضخيم مختلفاً عندما تتغير n, V مع الوضع. عندها توضع المعادلة (3.3.7) أن:

$$n = ce^{\frac{-(E_0+kT+V)}{V}} \qquad (4.3.7)$$

حيث أن:

$$\bar{E} = V \qquad (4.3.8)$$

هذه المعادلة تصف عدد الجسيمات في منظومة يتغير جهدها في وحدة الحجم نتيجة لتغير جهد الجسيم الواحد v ويتغير عدد الجسيمات n بالنسبة للموضوع معاً. في هذه الحالة تصبح المعادلة (4.2.6) في الصيغة:

$$CB^2 e^{\frac{-(E_0+kT+V)}{V}} > 0$$

$$\frac{CB^2}{V}\left[e^{\frac{-(E_0+kT+V)}{V}}\right] > 0 \qquad (4.3.9)$$

ويمكن تبسيط هذه المعادلة بأخذ الحالة التى تكون عندها:

$$x = \frac{E_0 + kT + V}{V} \ll 1 \qquad (4.3.10)$$

وعليه تكون :

$$e^{-x} = 1 - x \qquad (4.3.11)$$

إذن:

$$\frac{CB^2}{V}(1 - x) > 0$$

$$1 - x > 0 \qquad 1 > x$$

إذن:

$$x < 1 \qquad (4.3.12)$$

ومن المعادلة (4.3.11) يتضح أن :

$$\frac{E_0 + kT + V}{V} < 1 \qquad E_0 + kT + V < V$$

إذن:

$$E_0 + kT < 0 \qquad (4.3.13)$$

وعليه:

$$E_0 < -kT \qquad (4.3.14)$$

إذن E_0 يجب أن تكون سالبة. وهذا لن يتأني إلا باعتبار E_0 لا تساوي طاقة الحركة وإنما تعبر عن طاقة الربط، عندها يجب أن تكون طاقة الربط في الصيغة.

$$E_0 = -kT - C_0 \qquad (4.3.15)$$

حيث هي مقدار موجب ثابت وعليه تكون القيمة العددية لطاقة الربط هي:

$$|E_0| = -E_0 = kT + C_0 > kT \qquad (4.3.16)$$

وهي العلاقة (4.3.14) $E_0 < -kT$

(4.4) المناقشة:

يوضح البند (2.4) إن المواد الدايامغنطيسية لا يحدث التضخم حسب المعادلة (4.2.2) و(4.2.3) وهذا يتسق مع حقيقة إن المادة الدايامغنطيسية تولد مجال يعاكس المجال الخارجي فيضعفه.

أما بالنسبة للمواد البارامغنطيسية فهي يمكن أن يحدث التضخم حسب المعادلة (4.3.6) التى توضح إمكانية التضخم عندما تكون طاقة الجهد أكبر من مجموع طاقتي الحركة والحرارة.

كما يمكن ان يحدث التضخيم حسب المعادلة (4.3.14) عندما تكون طاقة الربط سالبة وأكبر من الطاقة الحرارية وهذه النتيجة تتسق مع نظرية التوصيل الفائق لأن التبريد يقلل طاقتي الحركة والحرارة بشكل كبير حتى تصبح طاقة الجهد والقيمة العددية لطاقة الربط أعلى منهما. وهو يتسق أيضاً مع نظرية المغنطيسية التقليدية التى توضح ان شدة المغنطيسية والتضخيم تقل بزيادة درجة الحرارة وطاقة حركة الجزئيات التى تؤدي لتحرك الجزئيات الممغنطة في اتجاهات عشوائية مما يقلل من فرصة إصطفافها كلها في اتجاه واحد.

(4-5) الاستنتاج:

توضح الدراسة إمكانية تضخيم المجال المغنطيسي في المواد البارامغنيسية عندما تكون الطاقات أكبر من الطاقة الحرارية.

المصادر والمراجع:

1. مبارك درار عبد الله، مقدمة في الفيزياء الحديثة، جي تاون، الخرطوم،2000م.
2. أحمد خوجلي محمد خير(2010م)، مبادئ فيزياء الجوامد، دار عزة،.
3. مبارك درار عبد الله، (2007م) كتيب الجوامد المتقدمة، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، الخرطوم،.

4. لطفي محمد عبد القادر(2012م)، بحث دكتوراه، جامعة الزعيم الأزهري.