جامعة محمد خيضر - بسكرة
كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المــادة
السنة الجامعية: 2023/2022

التاريخ: 24 ماي 2022 المــدة: ســاعة ونصف

امتحان في مقياس **المغنطة والناقلية الفائقة** (السنة أولى ماستر علوم المــواد)

تمرين 01(6ن): -اختر الجواب الصحيح من بين هذه الأجوبة

1- يفقد الفيرومغناطيسي خواصه ليتحول إلى بارامغناطيسي:
أ- عند درجة حرارة أعلى من T_c. **ب-** عند درجة حرارة أقل من T_c. **ج-** عند درجة حرارة تساوي T_c.

2- يكون اتجاه خطوط الحقل المغناطيسي:
أ- من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي. **ب-** من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي. **ج-** من القطب الموجب إلى القطب السالب.

3- تملك مادة $_{26}Fe$ عزما مغناطيسا يقدربحوالي: أ- 5، ب- 3، **ج-** 4.

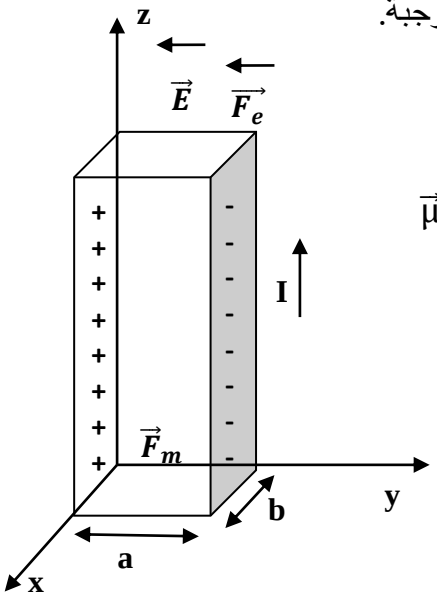
4- تملك مادة Fe^{+3} عزما مغناطيسا يقدربحوالي: أ- 5، **ب-** 3، **ج-** 4.

5- تتميز مادة $_{29}Cu$ كونها: أ- عبارة عن مركبات ملونة، **ب-** عبارة عن مركبات غير ملونة، **ج-** تملك عزما مغناطيسيا.

6- تتميز مادة Cu^{++} كونها: أ- لا تملك عزما مغناطيسيا، **ب-** عبارة عن مركبات غير ملونة، **ج-** عبارة عن مركبات ملونة.

تمرين 02(7ن):

- لتكن الصفيحة المعدنية المبينة في الشكل الموالي، أين يمر تيار كهربائي شدته I موضوعة داخل حقل مغناطيسي منتظم عمودي عليها باعتبار أن حوامل الشحنة عبارة عن شحنات موجبة.



1- اوجد التركيز n؟

2- انطلاقا من العلاقة:

$$\vec{\mu} = \frac{-e}{2m}\left(\vec{L} + 2\vec{S}\right)$$

-استنتج علاقة معامل لوندي للذرة؟

تمرين 03(7ن):

I- اكتب عبارة كل من: (2ن).

أ- بريلوان، ب- معادلة ماكسوال- فراداي.

II- أسئلة (5ن):

1. عرف الناقلية الفائقة؟
2. ما هو الشرط الأساسي الذي تتطلبه الناقلية الفائقة اذكره بالتفصيل؟
3. ما هما الشرطان الأساسيان الواجب تحققهما لأجل الوصول إلى حالة الناقلية الفائقة ؟
4. بما يمتاز كل من الناقل الفائق من النوع الأول وكذا النوع الثاني؟
5. اشرح باختصار قانون لندن؟

بالتوفيق

جامعة محمد خيضر - بسكرة
كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المـادة
السنة الجامعية: 2023/2022

التاريخ: 24 ماي 2022 المـدة: سـاعة ونصف
التصحيح النموذجي للإمتحان في مقياس **المغنطة والناقلية الفائقة** (السنة أولى ماستر علوم المـواد)

تمرين 01(6ن): -اختيار الجواب الصحيح من بين هذه الأجوبة

1- يفقد الفيرومغناطيسي خواصه ليتحول إلى بارامغناطيسي: أ- **عند درجة حرارة أعلى من T_c**
2- يكون اتجاه خطوط الحقل المغناطيسي: ب- **من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي**
3- تملك مادة $_{26}Fe$ عزما مغناطيسا يقدربحوالي: ج- **4**
4- تملك مادة Fe^{+3} عزما مغناطيسا يقدربحوالي: أ- **5**
5- تتميز مادة $_{29}Cu$ كونها: ب- **عبارة عن مركبات غير ملونة**
6- تتميز مادة Cu^{++} كونها: ج- **عبارة عن مركبات ملونة**

حل التمرين 02(7ن):

1) ايجاد التركيز n

في حالة التوازن: $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

$\Rightarrow \vec{F}_m = \vec{F}_e$

حيث: $\vec{F}_m = q(\vec{V} \wedge \vec{B})$

$= q(V\vec{k} \wedge B\vec{i})$

$= qVB\vec{j} = eVB\vec{j}$

$\vec{F}_e = q\vec{E} = e\vec{E}$ و

$= e(-E\vec{j})$

$= -eE\vec{j}$.

ان التوازن

$eE = eVB \Rightarrow E = VB$.

ولدينا $V_H = Ea$

$\Rightarrow VB = \frac{V_H}{a} \Rightarrow V = \frac{V_H}{Ba}$

ولدينا $I = J.S = neV(ab)$

$\Rightarrow n = \frac{I}{eV_{a.b}} = \frac{IB}{eV_H b}$

2) اثبات العلاقة $\vec{M} = \frac{-e}{2m}(\vec{L} + 2\vec{S})$

استاج قيمة معامل لاندي للزيمان.

$\vec{M} = \frac{-e}{2m}\left(\frac{\vec{L}.\vec{J}}{\vec{J}} + 2\frac{\vec{S}.\vec{J}}{\vec{J}}\right)\frac{\vec{J}}{\vec{J}}$

$\vec{J} = \vec{L} + \vec{S} \Rightarrow \vec{S} = \vec{J} - \vec{L}$

$\Rightarrow S^2 = L^2 + J^2 - 2\vec{L}.\vec{J}$

$\Rightarrow \vec{L}.\vec{J} = \frac{1}{2}(L^2 + J^2 - S^2)$

$L^2 = S^2 + J^2 - 2\vec{S}.\vec{J}$

$2\vec{S}.\vec{J} = S^2 + J^2 - L^2$

$\Rightarrow \vec{\mu} = -\frac{e}{2m}\left(\frac{3/2\,J^2 - \frac{1}{2}L^2 + \frac{1}{2}S^2}{J^2}\right)\vec{J}$

$= \frac{-e}{2m}\left(3/2 + \frac{S^2 - L^2}{2J^2}\right)\vec{J}$

$g = 3/2 + \frac{S^2 - L^2}{2J^2}$ ان معامل

II - اختيار الجواب الصحيح من بين هذه الأجوبة (3ن).

1- تتجه إبرة ممغنطة، حرة الحركة في جميع الاتجاهات، في غياب مغناطيس وتيار كهربائي، وفق:

ب- اتجاه مائل بزاوية θ بالنسبة للاتجاه الأفقي.

2- يفقد الفيرومغناطيسي خواصه ليتحول إلى بارامغناطيسي:

أ- عند درجة حرارة أعلى من T_c. **ب**

3- يكون اتجاه خطوط الحقل المغناطيسي:

أ- من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي

III- عبارة كل من: (2,5ن).

أ-بريلوان:

$$B_J(b) = \frac{2J+1}{2}\,\mathrm{colh}\,\frac{(2J+1)b}{2J} - \frac{1}{2J}\,\mathrm{colh}\,\frac{b}{2J}$$

ب- معادلة ماكسوال- فراداي: $\overrightarrow{rot}\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

IV- أسئلة (7.5ن):

1. **تعريف الناقلية الفائقة**: تعرف على أنها إحدى حالات المادة التي تَنعدم فيها المقاومة الأومية، أي مقاومة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها، بحيث يمر التيار الكهربائي في المادة دون ضياع، ويكون مردود نقل الطاقة مثالياً.

2. **الشرط الأساسي الذي تتطلبه الناقلية الفائقة:** وهو درجة حرارة التحول، والتي تتنقل فيها المادة الناقلة من حالة الناقلية العادية إلى حالة الناقلية الفائقة، حيث تكون درجة حرارة التحول قريبة من الصفر المطلق، أي بحدود -270 درجة مئوية.

3. **الشرطان الأساسيان الواجب تحققهما لأجل الوصول إلى حالة الناقلية الفائقة**: الأول التزاوج الإلكتروني على شكل (أزواج-كوبر) والثاني هو تحقيق الحالة المكثفة لهذه الأزواج الأخيرة بهدف ترابط الطور على المدى الطويل.

4. **يمتاز الناقل الفائق من النوع الأول:** على أنه عندما تتجاوز قيمة المجال المسلط المجال الحرج فإن الناقل يتحول كليا إلى الحالة الاعتيادية وتصبح قيمة العزم المغناطيسي صفراً وبهذا يتمكن المجال الخارجي من اختراق الناقل بصورة كلية. **وأما النوع الثاني فيمتاز:** بكون الحقل B داخل الناقل الفائق يكون معدوما من أجل حقل H اقل من قيمة حرجة H_{C1} و تكون المغنطة الذاتية معدومة من أجل حقول أكبر من قيمة حرجة أخريH_{C2}، بحيث $H_{C2} \rangle H_{C1}$ بينما بين القيمتين H_{C1} و H_{C2} لدينا مغنطة جزئية أي اختراق جزئي للناقل الفائق من طرف الحقل H وتسمى الحالة المزدوجة. وتفسر الحالة المزدوجة بوجود مناطق ناقلية عادية على شكل أسطوانات يحيط بها مناطق الناقلية الفائقة.

5. **اشرح باختصار قانون لندن؟**

أول نظرية تعرف الناقل الفائق أعطيت من طرف الأخوين London في 1935 ووضعت من اجل شرح السلوك الكهرومغناطيسي للناقل الفائق, تقسم نظرية London الالكترونات النقل الكهربائي إلي قسمين الأول خاص بالناقلية الفائقة $nS(t)$ البقية ذات ناقلية عادية. تزداد قيمة عدد الالكترونات الناقلية الفائقة مع تناقص درجة الحرارة حتى يساوي العدد الكلي للالكترونات التوصيل عند $T=0K$ و تتناقص مع الزيادة في درجة الحرارة عند $T=Tc$ و تكون كل الالكترونات عادية الناقلية أي أن الناقل عادي. عند سريان تيار في ناقل فائق فانه يأخذ الالكترونات التوصيل الفائقة مسارا له دون العادية لان مقاومية الأولى معدومة.