Lecture (2) المحاضرة (1)

Magnetic Susceptibility
- Diamagnetic material
- Paramagnetic material
- Ferromagnetic material
- Curie Law

Determining of magnetic Susceptibility
- Practically
- Gouy method

~~Dead~~ ~~throughout~~

محمد خليل العاني

الرصافي الثانية دور ثاني
2020

Magnetic Susceptibility

المغناطيسية هي احدى الصفات التي تتصف بها المواد والتي من خلالها يمكن معرفة

١. عدد الالكترونات المنفردة في الذرة
٢. الاوربتالات الذرية
٣. نوع الحمل الذي تحمله

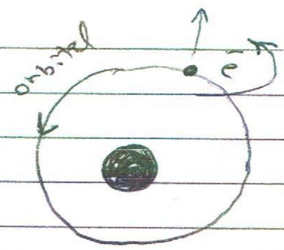
لذلك فالمواد المغناطيسية هي تلك المواد التي تتأثر بالمجال المغناطيسي اذا وجد المجال الخارجي ويكون هذا التأثير من خلال العزم المغناطيسي المتولدة نتيجة الالكترونات المنفردة للذرات الموجودة في المجال المغناطيسي اذا وجد والموجودة في المادة اذا وجد حيث يتولد لدينا نوعين من العزم

١. العزم المغناطيسي المغزلي spin magnetic moment

حيث ينشأ من حركة الالكترون حول نفسه مولداً مجال مغناطيسي والذي يجعل الالكترون عبارة عن مغناطيس صغير وترجع ماهية المغناطيسية بصورة اساسية الى العزم المغناطيسي المغزلي للالكترون حيث يغزل الالكترون باتجاهين نحو اليمين وتكون قيمته $(+\frac{1}{2})$ ونحو اليسار وتكون $(-\frac{1}{2})$ وفي حالة وجود الالكترونات المنفردة فان الذرات تكون لها عزم مغناطيسي اما في حالة وجود الكترونات مزدوجة فان محصلة العزم تكون صفر لكون كل الكترون يلغي العزم المغناطيسي الذي بجانبه بالاتجاه. صفر $= -\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

٢. العزم الاوربتالي المغناطيسي orbital magnetic moment

وينشأ من دوران الالكترون حول النواة وتكون ليست ذات اهمية كما في العزم المغناطيسي المغزلي كما موضح في الرسم.



القابلية المغناطيسية magnatic Suscepitiy يمكن ان تعرف هي مدى التغير الحاصل في مغناطيسية المواد في حال تعرض تلك المواد الى مجال مغناطيسي خارجي وهي كمية فيزيائية تصف خواص المادة في حالة تعرضها الى هذا المجال.

لذلك فان القابلية المغناطيسية هي النسبة بين مغناطيسية المادة في حال تعرضها لمجال مغناطيسي وشدة المجال المسلط حسب العالم

$$M = X_m H$$

M = Megnatization of Materiel
H = Field intensity
X_m = SuscepiTibiliTy

ويمكن تصنيف المواد حسب هذا المفهوم الى ما يأتي

١. مواد دايا مغناطيسية — diamagnatic material

$$-1 < X_m < 0$$

٢. مواد بارا مغناطيسية — Paramagnatic material

$$0 < X_m << 1$$

٣. مواد فيرو مغناطيسية

$$X_m >> 1$$

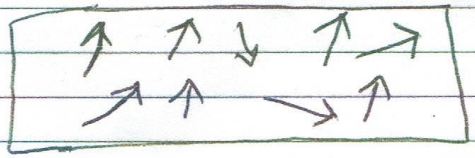
Diamagntic material — ديامغناطيسية

تتزن هذه المواد على اساس ذرات مزدوجة ما يعني ان محصلة العزم المغزلي والمداري لكل ذرة وفي حالم تسليط مجال مغناطيسي خارجي فان الالكترونات تتجه باتجاه معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي المسلط. وتتميز هذه المواد

١. القابلية المغناطيسية لكل وحدة حجم χ_m سالبة
٢. ذرات لا تمتلك عزم مغناطيسي دائم
٣. لا تشترط ان تأخذ اتجاه معاكس للمجال المغناطيسي (H) المسلط

Paramagnatic material — المواد البارامغناطيسية

هذه الصفة تتميز بها المواد التي تتزن ذراتها على الاقل على الكترون واحد منفرد لذلك المواد التي تتزن على اقلة خارجية من هذا النوع تكون بارامغناطيسية. لذلك عند تسليط مجال مغناطيسي خارجي فان عزم الدورة للذرة تكون اتجاهها باتجاه المجال الخارجي. في حالم عدم وجود مجال مغناطيسي فان الدورات ستكون اتجاهها بشكل عشوائي



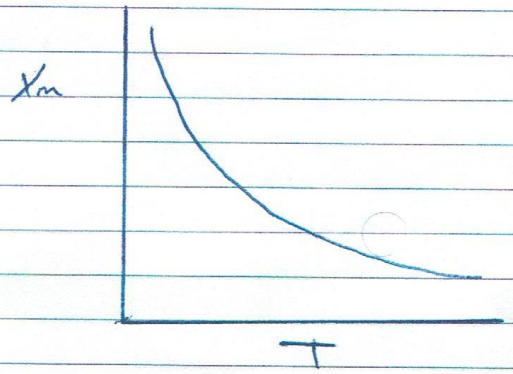
درجة الحرارة تكون لها تأثير كبير حسب قانون (Curie) والذي يبين درجة الحرارة تتناسب تناسب عكسي مع القابلية حسب المعادلة

$$M = \chi_m H = \frac{CH}{T}$$

T = Kelvin temperature

C = Constant

حيث يرمز χ_m (المتسعية المغناطيسية) تقل درجة الحرارة أي كلما زادت درجة الحرارة فإن المغناطيسية تقل ويرجع ذلك أن الحرارة تعمل على تشتيت اتجاهات العزم المغناطيسي بينما تعمل المجالات المغناطيسية على ترتيبها وتمثل العلاقة بين درجة الحرارة والمتسعية المغناطيسية كما يلي:

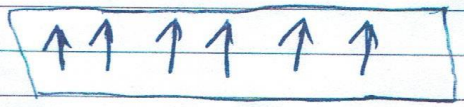


وتتصف هذه المواد

١. المتسعية المغناطيسية χ_m لا تكون موجبة
٢. تمتلك عزم مغناطيسي دائم تأخذ اتجاه المجال المغناطيسي المسلط
٣. يمكن مغنطتها حيث أن استجابتها للمغنطة متوسطة

المواد الفيرومغناطيسية Ferromagnetic

هي تلك المواد التي تكون لها انجذاب قوي جداً نحو المجال المغناطيسي المسلط عليها ولا تفقد مغناطيسيتها في حالة زوال تأثير المجال المغناطيسي المسلط عليها وتكون ذات قيمة موجبة



Determining magnetic Susceptility قياس حساسية المغناطيسية

يمكن قياس حساسية المغناطيسية للمواد عملياً ونظرياً ومثال أكثر من طريقة لقياسها عملياً وهي طريقة Gouy وذلك باستخدام ميزان حساس يمكن بسطيط مجال مغناطيسي ما يحيط على الموضع المراد قياسها والتي توضع بين قطبين مغناطيسي موجود في الميزان حيث عند تسليط المجال المغناطيسي على العينة الموجودة سوف المواد تنجذب نحو المجال وهي المواد ذات الصفات البارامغنطيسية مما يؤدي الى زيادة ملحوظة في الوزن اي يحصل تغير في وزن العينة قبل وبعد تسليط المجال اما بالنسبة للمواد الدايا مغناطيسية فلا يحصل مثل هذا التغير في الوزن

وتكون الانبوب اختبار معلقة بخيط كوظ الميزان حيث يستخدم لرمي العينة و قطبي مغناطيس وميزان حساس وكما موضح

طريقة العمل بالانبوب

١. توزن أولاً فارغة

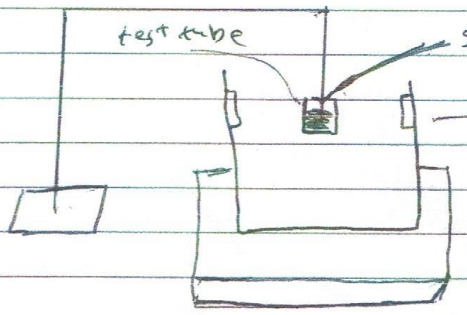
٢. توزن الانبوب بالعينة وهي معلومة بالكوظ ويستخرج وزن الكوظ

٣. توضع الانبوب داخل قطبي مغناطيس الكهربائي وبالمجال وتسلط

٤. وكلما زادت شدة المجال سوف يزداد وزن الانبوب بتجاذب المجال المغناطيسي

٥. اذا كانت العينة دايا مغناطيسية هذا يعني ان العينة تتنافر على الرغم من وجود وسوف تتأثر وسيل الوزن

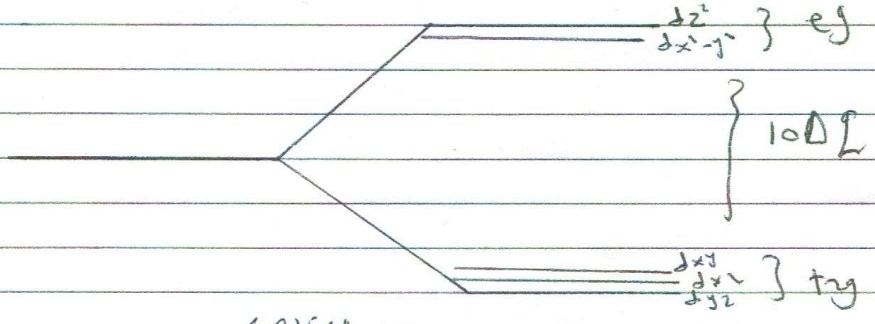
ومن خلال قياس الوزن قبل وبعد تسليط المجال سوف نستدل على نوع العينة.



تظهر المركبات المغناطيسية من خلال قياس العزم المغناطيسي الدائري effective magnetic moment (Meff) والذي يعرف على انه مجموع محصلة العزم المغناطيسي المغزلي (S) والعزم المغناطيسي الارتكازي L حسب المعادلة

$$M = \sqrt{L(L+1) + 4S(S+1)}$$

بالنظام الرباعي وحسب نظرية المجال البلوري فان الارتكازات الخمسة المزدوجة لذرة المركز M سوف تنقسم الى مستويين غير متساويين في الطاقة حيث تكون ثلاثة منها ذات طاقة واطئة t2g وهي تكون ارتكازات d_{xy} d_{xz} d_{yz} و اثنان eg وهي d_{z^2} $d_{x^2-y^2}$ حسب الموضح بالرسم



اسم المجال البلوري

وبالنسبة لمعقدات النظام الرباعي المربع d^9 فان الحالة الارتكازية للمركب سوف تكمل ويصبح الفانون كما يلي

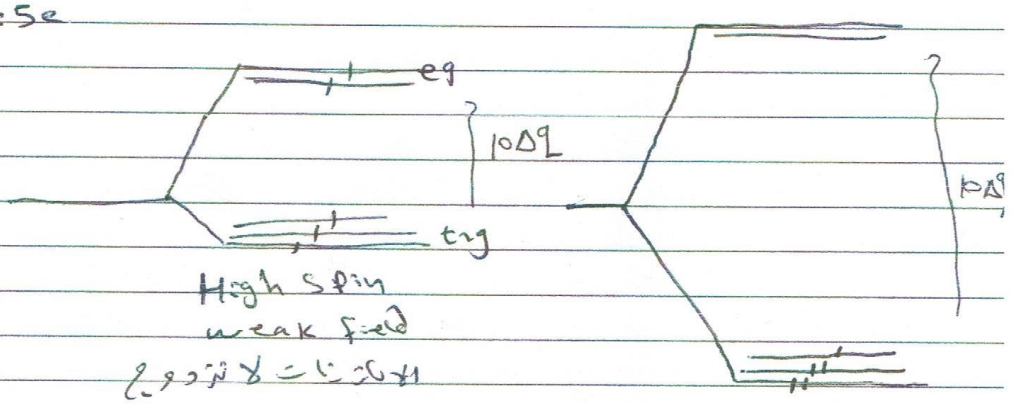
$$M_{eff} = \sqrt{4S(S+1)} \quad \text{or} \quad M_{eff} = \sqrt{n(n+2)}\ BM$$

وتكون الوحدة هي ماغنيتون بور

ولمعرفة عدد الالكترونات المفردة في المعقدات العائد الى ارتكازات المدار الرباعي فان ظهور قوة المجال البلوري له تأثير كبير في توزيع الالكترونات داخل الارتكازات حسب قوة المجال سوف

المعقدات اي معقدات واطئة البرم وهي المعقدات التي تكون فيها الالكترونات تزدوج في الاوربيتالات t_{2g} مثل ان تشغل اي اوربيتال e_g وذلك كون طاقة الالكترونات تقل عند زيادة $10Dq$ وبالعكس معقدات عالية البرم وهي المعقدات التي تكون الاوربيتالات فيها الالكترونات فرادى قبل ان تزدوج مثل ان تزدوج t_{2g}, e_g وكذلك ذلك

$d=5e$



وتكون قوة الاواصر حسب ترتيبها في السلسلة الكيماوية Spectrochemical Series

$I^- < Br^- < S^{-2} < SCN < Cl^- < NO_3 < F^- < OH < C_2O_4^{-2} <$

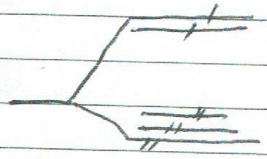
$H_2O < NCS < CH_3CN < NH_3 < en < bipy < phen < NO_2^- < CN^- < CO$

امثلة

$[Ni(H_2O)]^{+2}$

$_{28}Ni = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8$

• وفي هذا الشكل في كلا الحالتين يكون نفس الترتيب الالكتروني
(Low Spin ، High Spin)



$S = +\frac{1}{2}, +\frac{1}{2} = 1$

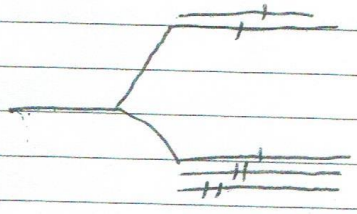
$\mu_{eff} = \sqrt{n(n+2)}$ or $\mu_{eff} = \sqrt{4S(S+1)}$

$\mu_{eff} = \sqrt{4 \times 1(1+1)} = \sqrt{8}$ BM

$[Co(H_2O)_6]^{+2}$

Hig Spin يكون ضعيف بعض
تمتلك الالكترونات يشكل منفرد كجميع
اوربيتالات d

$_{27}Co^{+2} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^7$



عدد الالكترونات المنفردة = 3

$S = +\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$

$= \frac{3}{2}$

$\mu_{eff} = \sqrt{4S(S+1)} \Rightarrow \mu_{eff} = \sqrt{4 \times \frac{3}{2}(\frac{3}{2}+1)}$

$= \sqrt{15}$ BM

وبصورة عامة لحل مثل هذه الاسئلة

١. تكتب التوزيع الالكتروني للفلز
٢. تحدد حالة الفلز
٣. حساب عدد الالكترونات المنفردة الموجودة داخل d
٤. تطبيق القانون لايجاد العزم المغناطيسي المؤثر

$$\mu eff = \sqrt{4S(S+1)} \quad or \quad \sqrt{n(n+2)}$$

سؤال رتب المعقدات التالية حسب قوة الى ـــ استقطاب

$[Ni(H_2O)]^{+2}$, $[Cu(H_2O)]^{+2}$, $[Cr(H_2O)_6]^{+2}$, $[Co(H_2O)]^{+2}$

Arrange the following complexes according to the increasing of their magnatic susceptibility

Ion	d^n	Unpaired electron	magnatic moment BM
$_{21}Sc^{3+}$	$3d^0$	0	
$_{22}Ti^{3+}$	$3d^1$	1	1.73
$_{22}Ti^{2+}$	$3d^2$	2	2.84
$_{23}V^{2+}$	$3d^3$	3	3.87
$_{24}Cr^{2+}$	$3d^4$	4 (HS) 2 (LS)	4.9 2.82
$_{25}Mn^{2+}$	$3d^5$	5 (HS) 1 (LS)	5.8 1.73
$_{26}Fe^{2+}$	$3d^6$	4 (HS) 0 (LS)	4.9 0
$_{27}Co^{2+}$	$3d^7$	3 (HS) 1 (LS)	3.8 1.7
$_{28}Ni^{2+}$	$3d^8$	2	2.8
$_{29}Cu^{2+}$	$3d^9$	1	1.73
$_{30}Zn^{2+}$	$3d^{10}$	0	