

دراسة الخواص الكهربائية لفرايت زنك - نحاس  $Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$ 

تاريخ الاستلام 2016/12/12

تاريخ القبول 2017/2/20

مصطفى علي عباس

جامعة القادسية/ كلية التربية/ قسم الفيزياء

[Skynet\\_2211@yahoo.com](mailto:Skynet_2211@yahoo.com)

## الخلاصة

أجريت في هذا البحث دراسة عملية على تحضير عينات مختلفة من فرايت  $Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$  حيث كان التركيز (  $x = 0, 0.2, 0.4$  ) وتم حساب ثابت العزل بجزئيه الحقيقي (  $\epsilon'$  ) والخيالي (  $\epsilon''$  ) باستخدام جهاز LCR حيث لوحظ تناقص ثابت العزل بجزئيه الحقيقي والخيالي بزيادة التردد. كما درست المقاومة الكهربائية ( ) وأيضاً وجد أن هناك تناقص في قيمها مع زيادة التردد، وأستخدمت في البحث طريقة حيود الأشعة السينية لمعرفة التركيب البلوري لفرايت  $Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$  وكان مطابقاً لبطاقة ASTM القياسي.

كلمات مفتاحية: الفرايت المغزلي (البرمي)، الخواص الكهربائية، المواد المغناطيسية، التركيب البلوري.

## المقدمة (Introduction)

أيونات الأوكسجين و الكميات النسبية [2]. وهنا سوف يكون التركيز على سبيل فرايت البلورات النانوية لأنها تعتبر كأثنين من أهم المواد النانوية الغير عضوية وهما فرايت الزنك وفرايت النحاس بسبب خصائصها الألكترونية والضوئية والكهربائية والمغناطيسية وعلاوة على ذلك فأن غالبية الفرايت المهم هي من نوع السبيل فرايت [3].

من قيمة تغط الأشباع للمواد الفيرومغناطيسية الا أنها ذات فائدة كبيرة عند أستخدامها في التطبيقات ذات الترددات العالية وتمتاز أيضا بتكلفتها القليلة ومقاومتها العالية للكهرباء. وتعد مواد السبيل فرايت ذات أهمية تجارية نظراً لما تملكه من خصائص مغناطيسية وكهربائية فريدة وقد أهتم العديد من الفيزيائيين والكيميائيين بدراسة مواد السبيل فرايت [4].

قد تتضمن المواد الفيرايتية أكاسيد معدنية يكون جزئها الخيالي لثابت العزل أكبر من جزئها الحقيقي ( $\epsilon > \epsilon'$ ) وبصورة عامة المواد الماصة للموجات الراديوية والميكروية تتألف من حشوات مغناطيسية أو عازلة مع البوليمرات.

لأمتصاص عند أستخدام المواد المغناطيسية سنحتاج الى حجم كبير من المواد الماصة لأجراء عملية أمتصاص الموجات الكهرومغناطيسية بشكل ملائم لذلك في السنوات الأخيرة أصبح الأنجذاب الى المواد المغناطيسية بشكل كبير في هذا المجال.

عندما يكون سمكها يساوي نصف الطول الموجي عند ذلك التردد وقد أستند على قيم السماحية الكهربائية والنفاذية المغناطيسية بأفترضها قيم موجبة [5].

وفي العام 2000 قام Mingzhong وآخرون بأضافة نيكل - زنك فرايت بجسيمات نانوية (42 - 9)

فرايت الجسيمات النانوية هي الجسيمات النانوية المغناطيسية الأكثر دراسة حتى الآن و تستخدم على نطاق واسع في التطبيقات عالية التردد لأن حقل التيارات المتناوبة لا يسبب التيارات الدوامة الغير مرغوب فيها في المواد العازلة [1]. الفرايت لها ثلاث تماثلات هيكلية مختلفة وهي العقيق (الكرانيت) والسداسية والمكعب والتي تتحدد وفقاً لحجم وشحنة أيونات المعادن بحيث يكون هناك توازن بين شحنة سميت بالمواد المغناطيسية اللينة (demagnetization) نسبياً الى سهولة تمغنط السبائك والمعادن بدلاً من المواد صلدة التمعنط (hard ferrite) المستخدمة في المغناطيس الدائم. ونتناول في هذا البحث حصراً المواد المغناطيسية لينة التمعنط (soft ferrite). المواد المغناطيسية وجدت تطبيق عملي واسع في التكنولوجيا وتعرف بالمواد الفيرايتية التي تستحق الأهتمام.

الفرايت هي مادة فيرومغناطيسية تحتوي على اوكسيد الحديد ( $Fe_2O_3$ ) حيث يستعمل بطريقة مثالية لتصنيع الأجهزة مثل المقومات , أجهزة الذاكرة , قلوب المحاثات وكذلك لمختلف التطبيقات للموجات المايكروية. وعلى الرغم من أن قيمة تمغنط الأشباع للمواد الفيرايتية أقل

أستخدمت في الماضي المواد العازلة لغرض أمتصاص الموجات الكهرومغناطيسية على أن تكون هذه المواد ذات كثافة واطئة ولها أستقرارية عالية مع درجة الحرارة ولكن عند أستخدام هذه المواد في أمتصاص الموجات الكهرومغناطيسية بشكل مشابه

ففي عام 1979 قام العالم Knott بدراسة المواد الماصة للموجات الراديوية موضحاً أنه في حالة كون المادة الماصة كهربائية فأن أفضل أمتصاص لها عندما يكون سمكها يساوي ربع الطول الموجي أما إذا كانت المادة الماصة مغناطيسية فأن أفضل أمتصاص هو

المغناطيسية والسماحية الكهربائية حيث بين سبب استخدام الحديد (Fe) في الماصات المغناطيسية للأشعة الكهرومغناطيسية ضمن مدى موجي (12 - 1) GHz كما قام بدراسة تأثير الأشباع المغناطيسي ومعامل الخمول [7].

الفرايت المحضرة لفائدة كبيرة في كمية أمتصاص المواد الفريتية للموجات الراديوية وتبين أن أفضل قيمة لنسبة الزنك هي (60% , 40% x) حيث تكون ذات أفضل أمتصاصية لفرايت السبنل [8].

ومحولات تحويل الطاقة ، فريت ذو تركيب بلوري من نوع العقيق الأحمر مثل عقيق الأيتريوم والحديد يستخدم من تطبيقات الموجات الدقيقة.

هي  $Me_{1-x}^{2+} Fe_x^{3+} [Me_x^{2+} Fe_{2-x}^{3+}] O_4^{2-}$  الصيغة الهيكلية للفرايت حيث تكون x تمثل درجة الأنعكاس. مثلاً  $MnFe_2O_4$  هو نوع من الهيكلية وله درجة انعكاس تعادل (x = 0.2) فعندها تصبح الصيغة الهيكلية كالتالي  $Mn_{0.8}^{2+} Fe_{0.2}^{3+} [Mn_{0.2}^{2+} Fe_{1.8}^{3+}] O_4^{2-}$  [9].

nm الى لاصق الأبيوكسي ليتحول الى مادة ماصة لأشعة الرادار ضمن المدى (12 - 8) GHz [6].

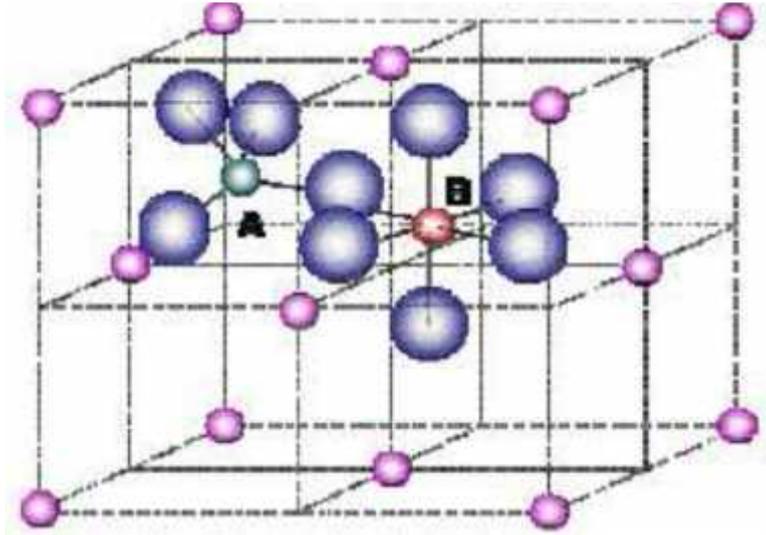
وفي العام 2010 قام الباحث Neo Chye Pho بتصميم ماص مغناطيسي من خلال حساب النفاذية

وفي عام 2010 استخدمت تقنية الدليل الموجي ذو النهاية الواحدة لدراسة فرايت  $(Cu_{1-x} Zn_x Fe_2 O_4)$  كمادة ماصة للأشعة الراديوية (RAM) ضمن المدى (12 - 8) GHz حيث وجد أن نسبة الزنك (Zn) في

**التركيب البلوري للسبنل لفرايت ( Crystal structure )  
(for spinel ferrite**

الفرايت له عدم تماثل مغناطيسي ضعيف ينتج عنه نفاذية مغناطيسية عالية وفقد مغناطيسي ضعيف. على سبيل المثال فريت المنغنيز - الزنك - الحديد ذو تركيب بلوري من نوع الأسبينل يستخدم في الملفات هيكل السبنل العادي هو كل أيونات العناصر ثنائية التكافؤ  $(Me^{2+})$  وتحتل المواقع B. كما وأن الصيغة الهيكلية للفرايت هي  $Me^{2+} [Fe_2^{3+}] O_4^{2-}$ . هذا النوع من التوزيع يأخذ مكان في فرايت الزنك بالصيغة التالية  $Zn^{2+} [Fe^{2+} Fe^{3+}] O_4^{2-}$ .

أما هيكل السبنل المركب هو كل من الكاتيونات  $Me^{2+}$  و  $Fe^{3+}$  وتحتل المواقع A و B بالتساوي. حيث أن



الشكل (1)

تخطيط لخليتين ثانويتين من وحدة خلية هيكل السبيل والتي تبين موقع ثماني السطوح و رباعي السطوح

$$\rho = \rho_0 e^{E_p/kt} \quad (1)$$

طاقة التنشيط  $E_p$  هي الطاقة اللازمة لعملية قفز الألكترون وقد وجد أن قيمتها تقع بين ( 0.1 - 0.5 eV) أما المواد التي تمتلك مقاومة كهربائية عالية عند درجة حرارة الغرفة وجد أنها تمتلك طاقة تنشيط  $E_p$  عالية القيمة.

معظم المواد يوجد بداخلها أنفصال واضح بين الشحنات الموجبة والشحنات السالبة ولا يوجد فيها عزم ثنائي قطب صافي. فلر وضعنا جسم صلب في مجال كهربائي فسينشأ في داخل هذا الجسم مجال يعاكس المجال الكهربائي المسلط وهذا المجال ينشأ من سببين وهما بسبب تشويه الكترولون الذرة أو الجزيئة وبسبب حركة الذرات نفسها. كما أن معدل عزم ثنائي القطب لوحدة الحجم ينشأ مع شدة المجال المسلط كما في المعادلة أدناه.

$$\vec{p} = \vec{p}_0 e^{-E_p/kt} \quad (2)$$

حيث أن  $p =$  عزم ثنائي القطب الناشئ بسبب المجال الكهربائي الداخلي

### الخواص الكهربائية لفرايت السبيل ( Electrical Properties of Spinel Ferrite )

مواد السبيل فرايت هي الأكثر أهمية من بقية المواد المغناطيسية بسبب أستعمالاتها الواسعة في مختلف التطبيقات حيث تمتلك توصيلية كهربائية واطئة مقارنة ببقية المواد المغناطيسية ولذلك يعد فرايت السبيل من المواد شبة الموصلة. وتنشأ التوصيلية الكهربائية في مواد السبيل فرايت بسبب وجود أيون معدن ثلاثي التكافؤ ( $M^{+3}$ ) وكذلك أيون الحديد ثنائي التكافؤ ( $Fe^{+2}$ ) لذلك تنشأ التوصيلية الكهربائية بسبب حركة الألكترونات الإضافية أو زيادة الفجوة الموجبة في الشبكة البلورية [10].

حركة الألكترونات أو الفجوات الزائدة تتناسب مع طاقة التنشيط  $E_p$  حسب العلاقة  $e^{-E_p/kt}$  إذا كان  $k =$  ثابت بولتزمان و  $t =$  درجة الحرارة المطلقة.

بما أن مواد فرايت السبيل من أشباه الموصلات لذلك فأن مقاومتها الكهربائية سوف تزداد مع زيادة درجة الحرارة كما في المعادلة التالية [11].

$$P_0 = \text{ثنائي قطب دائم}$$

وهذه المعادلة لها دور كبير في تفسير التراكيب الجزيئية.

يحدث الأستقطاب الكهربائي (e) بسبب الأزاحة الحقيقية للنوى سالبة الشحنة وهذا يحدث في جميع المواد الصلبة، أما الأستقطاب الدايبولي (d) يظهر في المواد التي يوجد فيها ثنائي قطب دائم والذي يقوم بتغيير اتجاهه مع المجال الكهربائي المسلط ويتجه بمحاذاة المجال المسلط، أما الأستقطاب الأيوني (i) فيحدث بسبب الأزاحة النسبية القليلة جداً بين الأيونات والكاتيونات ويعتبر المصدر الرئيسي للأستقطاب في البلورات الأيونية، وأخيراً الأستقطاب الناشئ عن شحنة

القطب غير موجود لأنه لا يملك الوقت الكافي لإعادة تدوير نفسه أما عند ترددات الأشعة الحمراء ( $10^{12}$  Hz) فإن الأستقطاب الأيوني سيختفي ويبقى الأستقطاب الألكتروني والذي نلاحظه في الأشعة فوق البنفسجية (UV) بينما يختفي في الأشعة السينية (X-Ray) [14].

• كلوريد الحديد ( $\text{FeCl}_3$ )

• كبريتات النحاس ( $\text{CuSO}_4$ )

حيث بلغت درجة حرارة التحضير الأولية ( $600^\circ\text{C}$ ) وبلغت درجة حرارة التحضير النهائية ( $1600^\circ\text{C}$ ).

وتم استخدام جهاز LCR ميتر لقياس القيم العازلية الكهربائية بجزيئها الحقيقي والخيالي وكذلك ظل زاوية فقدان العزل الكهربائي.

الأولي للتأكد من حصولنا على طور فرايت السبيل وتمت العملية بدرجة حرارة ( $600^\circ\text{C}$ ) وبعد القياس تم الحصول على طور السبيل أضافاً الى أطوار ثانوية بسبب وجود الشوائب كما موضح بالشكل (a - 2)

= الأستقطاب ويمكن أن يضم كل من

الأستقطاب الكهربائي  $e$  والأستقطاب الدايبولي  $d$  والأستقطاب الأيوني  $i$  وأستقطاب شحنة الفراغ  $s$  بحيث يمكن كتابة معادلة الأستقطاب على النحو التالي [12].

$$= \alpha_e + \alpha_d + \alpha_i + \alpha_s \text{ ----- (3)}$$

كما يمكن التطرق لصيغة من صيغ الأستقطاب المهمة والتي تعرف بصيغة لانجفن - ديبي (Langevin-Debye) والتي تنص على التالي [13].

$$= \alpha_0 + \frac{p_0^2}{3kt} \text{ ----- (4)}$$

حيث أن = قابلية الأستقطاب التراصفية

o = قابلية الأستقطاب التشويحية

الفراغ (s) يحدث في المواد التي تكون ليست عازلة بصورة مثالية في الترددات الواطئة ( $10^{-3}$  Hz). الأستقطابات جميعها تكون موجودة عند الترددات الراديوية ماعدا الأستقطاب الناشئ عن شحنة الفراغ وذلك لعدم حصولها على الوقت الكافي أما عند الترددات المايكروية ( $10^9$  Hz) فإن أستقطاب ثنائي

#### طريقة العمل (Method of work)

تم تحضير الفرايتات المستخدمة في البحث بأستخدام طريقة السيراميك التقليدية حيث تم أستخدام المواد التالية في تحضير فرايت الزنك

• كلويد الحديد ( $\text{FeCl}_3$ )

• أوكزالات الخارصين ( $\text{ZnC}_4\text{H}_6\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

أما فرايت النحاس

#### النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

تم فحص النماذج المحضرة للمواد الفرايتية لكل من الزنك (Zn) والنحاس (Cu) التي حلت بتقنية حيود الأشعة السينية على مرحلتين الأولى بعد عملية الحرق

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta} \text{----- (6)}$$

حيث أن = الطول الموجي للأشعة السينية.

d = المسافة البينية بين الذرات.

$A^0$  = ثابت الشبكة البلورية.

= العرض الكلي عند منتصف الشدة

العضى.

والشكل (a - 3). والثانية بعد عملية الحرق النهائي التي تمت بدرجة حرارة (1600 °C) وبعد القياس تم التأكد من التخلص من الأطوار الثانوية كما موضح بالشكل (b - 2) والشكل (b - 3).

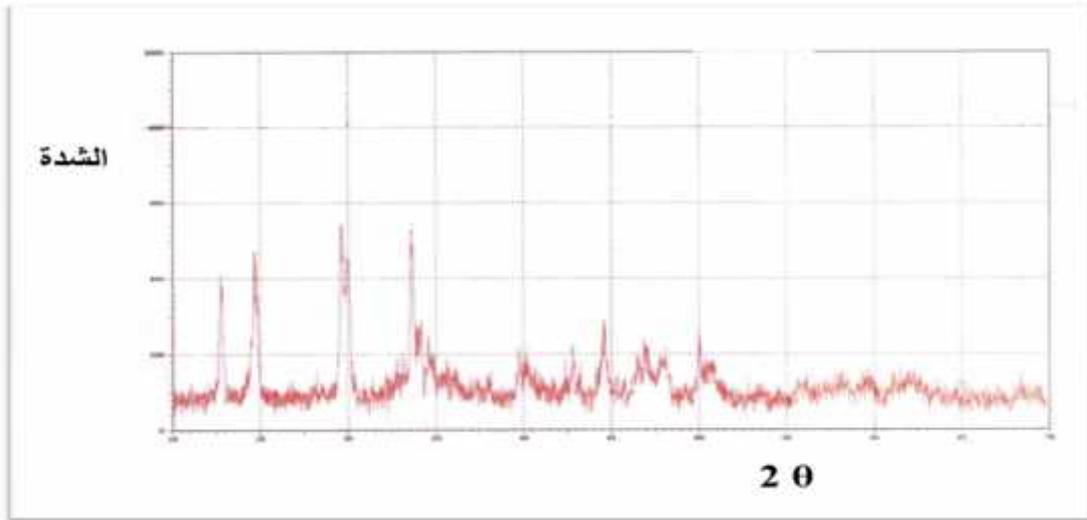
تم حساب المسافة البينية بين الذرات باستخدام المعادلة (5) والمعادلة (6) [15].

$$d = \frac{\lambda}{2d \sin \theta} (A^0) \text{----- (5)}$$

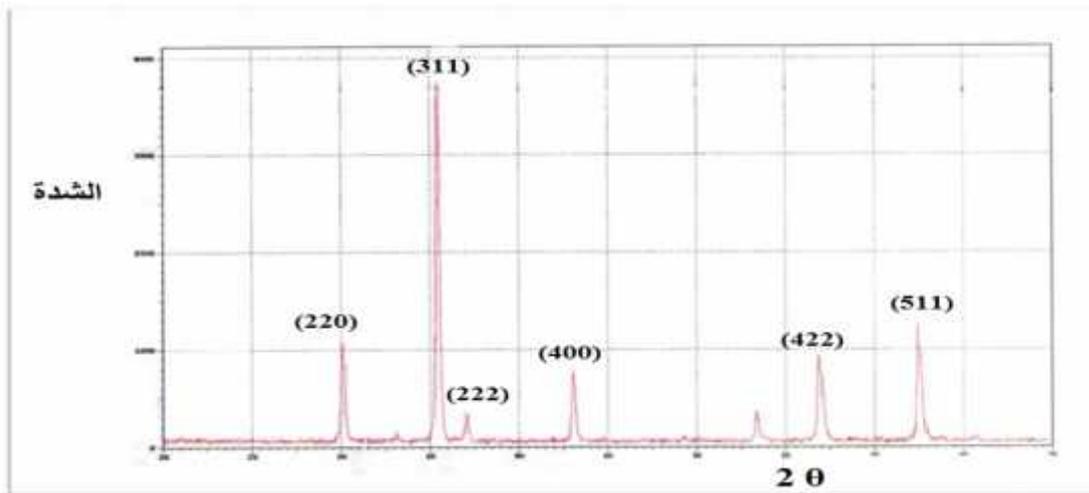
ولحساب الحجم الجيبي نستخدم معادلة شيرر

**الجدول (1) يبين بعض ثوابت الشبكة البلورية لأهم القيم التي تم الحصول عليها**

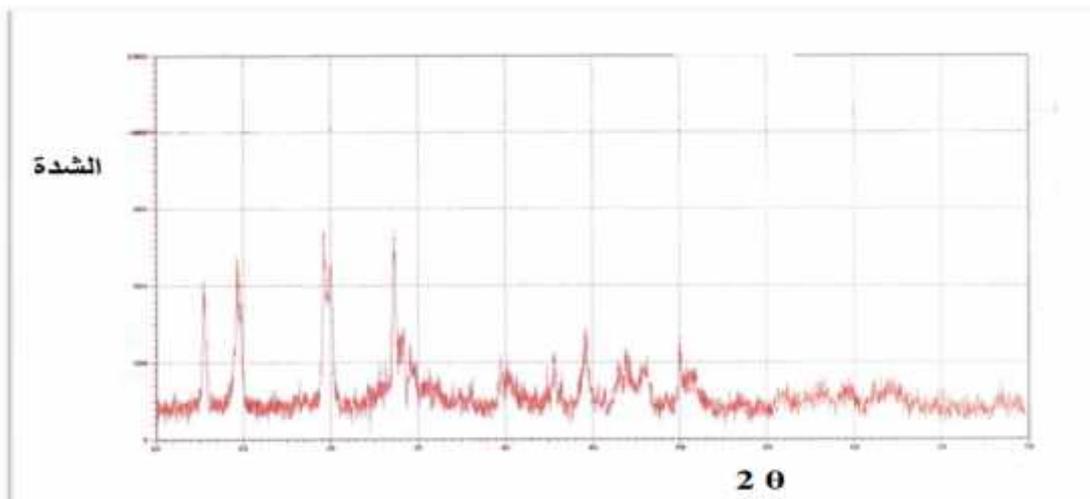
Type of Ferrite	2	d (A <sup>0</sup> )	D (A <sup>0</sup> )
ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	35.5	2.52	62.8
CuFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	44.4	1.91	49.48



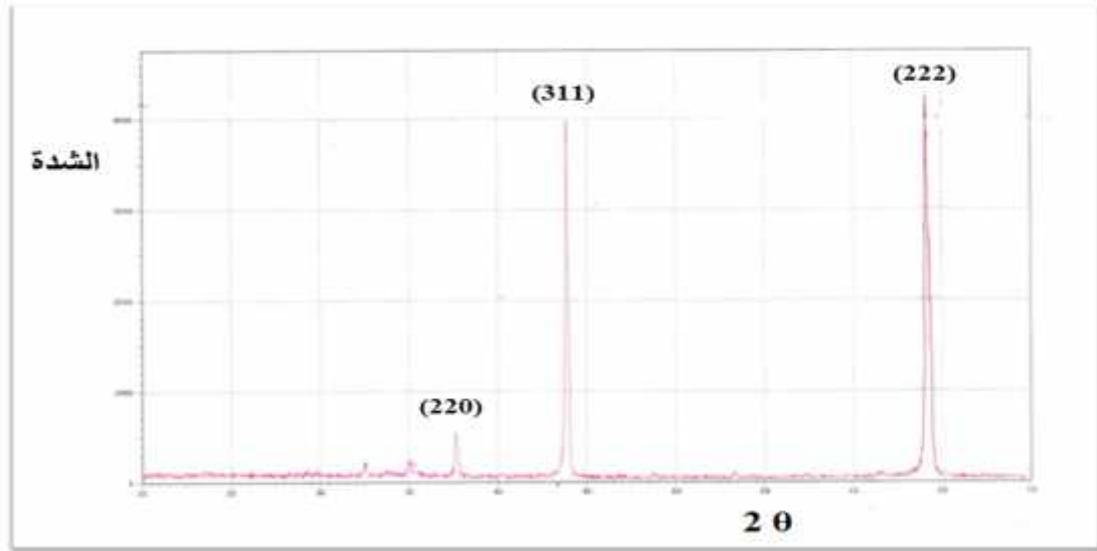
الشكل (a- 2) حيود الأشعة السينية لفرايت الزنك  $ZnFe_2O_4$  بعد عملية الحرق الأولي



الشكل (b- 2) حيود الأشعة السينية لفرايت الزنك  $ZnFe_2O_4$  بعد عملية الحرق النهائي



الشكل (a- 3) حيود الأشعة السينية لفرايت النحاس  $CuFe_2O_4$  بعد عملية الحرق الأولي



الشكل (3 -b) حيود الأشعة السينية لفرابت النحاس  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  بعد عملية الحرق النهائي

أن القيم التي تم الحصول عليها من خلال تقنية حيود الأشعة السينية هي ( ) وتمثل عرض منتصف الشدة العظمى وكذلك  $(I/I_0)$  و (2).

#### ثابت العزل الحقيقي ( $\epsilon'$ ) والخيالي ( $\epsilon''$ ) والمقاومية الكهربائية ( $\rho$ )

يتصرف ثابت العزل الحقيقي في المواد الفرايتمية وفق آلية أستقطاب العازل والذي يشبه بدوره تصرف وهناك تفسير لظاهرة انخفاض ثابت العزل مع التردد حسب نموذج كويس [17] وطبقاً لهذا النموذج يمكن اعتبار المواد الفرايتمية مكونة من طبقتين وهما الحبيبات التي يمكن اعتبارها موصلة جيدة وحدود الحبيبات التي يتبين من خلال الأشكال أدناه أن ثابت العزل الحقيقي ينخفض بزيادة التردد وبشكل غير خطي ونلاحظ أنه كلما أزدادت قيمة  $x$  للزنك ترتفع قيمة ثابت العزل فعندما تكون قيمة  $x = 0.2$  يكون التغير كبير مما يؤدي الى تشويه في البنية البلورية وبالتالي يزيد عدد الحدود الحبيبية مما يؤدي الى زيادة ثابت العزل. أما عند  $x = 0.4$  يكون التغير قليل ثم يقل أكثر بزيادة قيمة  $x$  وذلك لأن زيادة تركيز الزنك يؤدي الى قلة التشوه البلوري وقلة الحدود الحبيبية وبالتالي انخفاض

التوصيلية الكهربائية للمادة ذاتها إذ أن تصرف العازل يعتمد على كمية الوفرة من الأيونات الموجبة  $\text{Fe}^{+2}$  و  $\text{Fe}^{+3}$  محددة بالأستقطاب مما يؤدي الى نشوء ثابت العزل الحقيقي [16].

يمكن اعتبارها طبقة رديئة التوصيل. حيث تشارك الحبيبات في ثابت العزل عند الترددات المرتفعة بينما تشارك حدود الحبيبات في ثابت العزل عند الترددات الواطئة.

ثابت العزل الحقيقي وكذلك الحال بالنسبة لثابت العزل الخيالي ( $\epsilon''$ ).

أما بالنسبة للمقاومية الكهربائية فأنها تقل تدريجياً وبشكل غير خطي أيضاً مع زيادة التردد في حين تزداد المقاومة الكهربائية بشكل عام عند زيادة قيمة  $x$  للزنك وبالتالي يزداد التشوه في البنية البلورية وزيادة عدد الحدود الحبيبية. وقد تعزى زيادة المقاومة عند زيادة تركيز الزنك في فرابت النحاس الى أن مقاومة الزنك

0.2) ثم بعد ذلك تبدأ بالأنخفاض تدريجياً وكما موضح من خلال الأشكال البيانية أدناه لكل من ثابت العزل الحقيقي والخيالي والمقاومية.

$$C = \text{سعة المتسعة.}$$

وتم حساب ثابت العزل الخيالي من خلال المعادلة (8).

$$\epsilon' = \epsilon \cdot \tan \quad (8)$$

حيث أن = زاوية الفقد الكهربائي.

وكذلك تم حساب المقاومة الكهربائية من المعادلة (9)

$$\rho = R \cdot \frac{A}{d} \quad (9)$$

حيث أن = المقاومة الكهربائية بوحدات (m).

$$A = \text{المساحة السطحية بوحدات } m^2$$

$$d = \text{السلك (سمك العينة) بوحدات } m$$

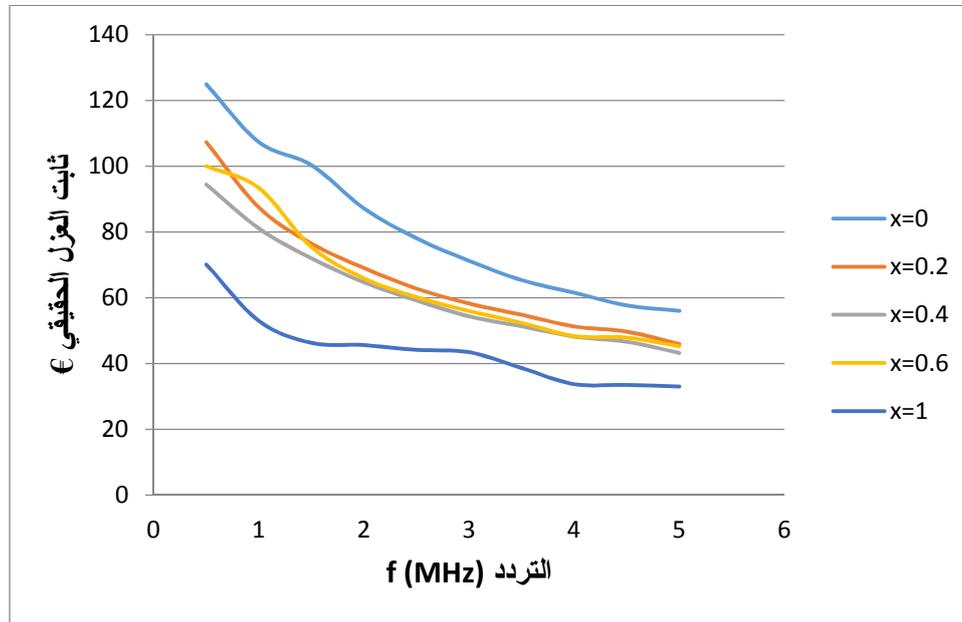
هي أعلى من مقاومة النحاس وبالتالي فإن زيادة تركيز الزنك يؤدي الى زيادة مقاومة الفرايت المحضر حيث تكون أعلى قيمة للمقاومية هي عندما تكون قيمة (x = حيث تم تسجيل السعة لكل تردد وكذلك تسجيل ظل زاوية فقد العازل الكهربائي والذي يسمى بعامل الفقد (D) وبعد لك تم حساب ثابت العزل الكهربائي من خلال المعادلة (7).

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot A}{d} \quad (7)$$

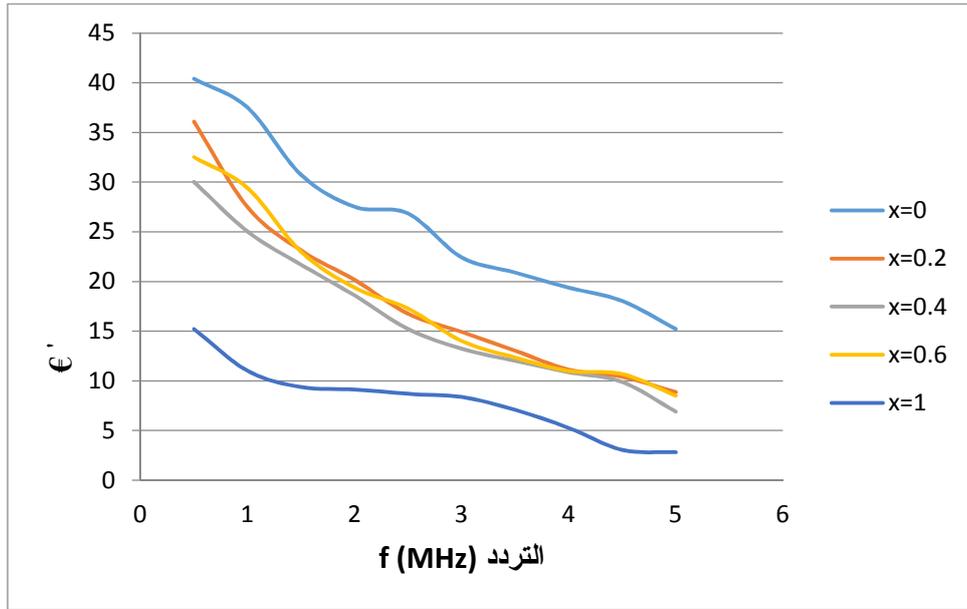
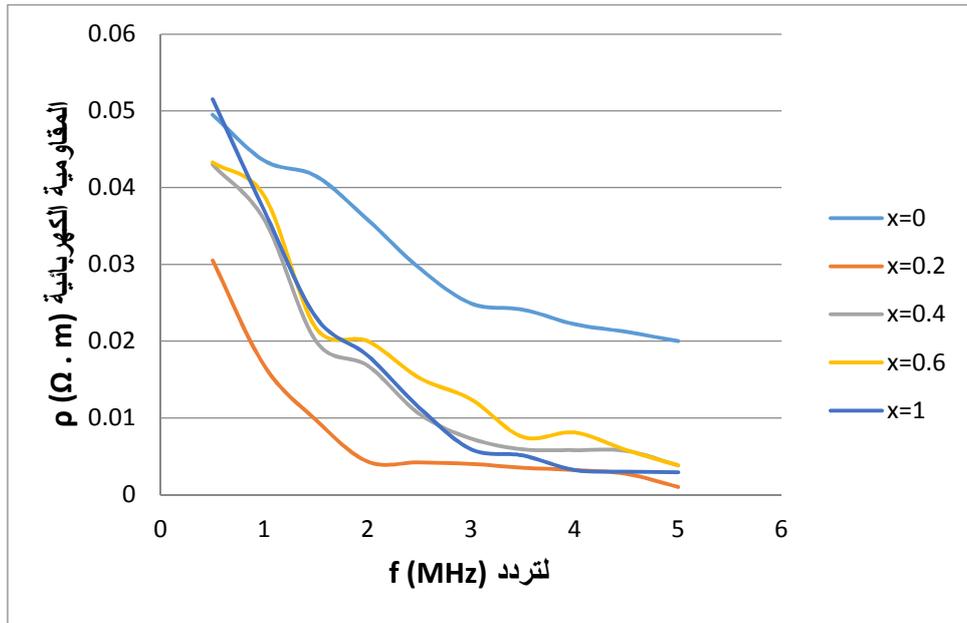
حيث أن A = المساحة السطحية للعازل.

$$\epsilon_0 = \text{سماحية الفراغ والتي تعادل } 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$\epsilon$  = سماحية العينة المراد قياسها (سماحية ثابت العزل الكهربائي).



الشكل (4) العلاقة بين التردد (f) وثابت العزل الحقيقي (ε')

الشكل (5) العلاقة بين التردد (f) وثابت العزل الخيالي ( $\epsilon''$ )الشكل (6) العلاقة بين التردد (f) والمقاومية الكهربائية ( $\rho$ )

قيم ثابت العزل بجزئيه الحقيقي والخيالي بزيادة التردد. وأن التركيب البلوري لفرايت الزنك وفرايت النحاس هو التركيب المكعبي كما أوضحته نتائج حيود الأشعة السينية.

### الاستنتاجات (Conclusions)

من خلال ملاحظة النتائج المستحصلة من البحث نلاحظ أنه بالإمكان تحضير فرايت الزنك والنحاس باستخدام طريقة السيراميك التقليدية كما نلاحظ تناقص

## Reference

- [1] Callister, W. (2003). Materials science and engineering an introduction. Sixth ed. New York: JoHn Wiley & Sons, Inc.
- [2] Goldman, A. (1990). Modern Ferrite Technology. Van Nostrand Reinhold, New York.
- [3] Tilley, R.J.D (2004). Understanding solids: the science of materials. John Wiley and Sons, p 376.
- [4] Spaldin, N. (2003). Magnetic materials: Fundamentals and device applications. Cambridge: Cambridge University press.
- [5] E.F.Knott., "Thickness Criterion for single - layer radar Absorbents" IEEE, Vol.Ap.27, No.5, 1979.
- [6] GH.R etal "Radar absorption of  $Ni_{0.7}Zn_{0.3}Fe_2O_4$  Nano particales" Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures" Vo.1.5, No.3, pp.719-725, 2000.
- [7] Neo.Chy Poh. "Calculation of Microwave permeability, permittivity and Absorption properties of Magnetic particle composite" PhD thesis national university of singapore, 2010.
- [9] " , 28 , 8 .2010
- [9] Daliya S. M., and Juang, R. S. (2007). An overview of the structure and magnetism of spinel ferrite nanoparticles and their synthesis in microemulsions. Chemical Engineering Journal, 129 (1-3): 51–65.
- [10] R.A.Stonier, Sampe Journal, 27, 9, 1991.
- [11] T.Vamammuna, T.Toshikawa and M.Shibuya, "Electromagnetic wave absorbing materrials". Usp, 1992.
- [12] C.Heck, "Magnetic Materials and their applications" Butter worths, London, 1974.
- [13] Natio and K. suetake. "Microw. Theory and Tech IEEE. 19,65. 1971.
- [14] S.Yoshida, M.Sato, E.Sugawara and X.Shimada J.APPL. Phys. 85. 4636 (1999).
- [15] H.S.Nalwa, "Handbook of organic conductive molecules and polymer", John wiley & sons LTd, 1997.
- [16] B.D.Cullity, "Elements of X-ray diffraction" Addison – wesley, 2<sup>nd</sup> edition, 1978.
- [17] P.V.Redy and Rao.T.S.J.Less. Common. Met. 86, -255, 1982.

## Study of electrical properties for Zinc–Copper ferrite $Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$

Received : 12/12/2016

Accepted :20/2/2017

Mustufa Ali Abbas

Al-Qadisiyah University/ Education College/ Physics Department

[Skynet\\_2211@yahoo.com](mailto:Skynet_2211@yahoo.com)

### Abstract

In the search we study of the process to prepare different samples of ferrite  $Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$  where the x values are ( $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 1$ ), were calculated the real part of the dielectric constant ( $\epsilon'$ ) and imaginary part ( $\epsilon''$ ) using LCR device it was observed decrease in the real and the imaginary with increase the frequency. Also studied electrical resistivity ( $\rho$ ) and also found that there is a decrease in values with increasing frequency, were used in the search method of X-ray diffraction to determine the crystal structure for zinc ferrite where by comparing with the card standard ASTM.

**Key Words:** Spinel Ferrite, electrical properties, magnetic materials, crystal structure.

**Subject Classification:** QC 170-197