

تأثير أيونات العناصر الأرضية النادرة على الخواص
الكهربية والمغناطيسية
لفرايت الكوبلت زنك

رسالة مقدمة للحصول على
درجة دكتوراة الفلسفة في الفيزياء
مقدمة الى

كلية العلوم-جامعة القاهرة
فرع الفيوم

من

سوزان صابر السيد محمد
مدرس مساعد-قسم الفيزياء
كلية العلوم-جامعة القاهرة
فرع الفيوم

2004

الملخص العربي

في هذه الرسالة تم دراسة تأثير ايونات العناصر الأرضية النادرة وظروف التحضير مثل درجة حرارة الحرق النهائي ومعدل الحرق علي الخواص الكهربية والمغناطيسية لفرابت $Co_{1-x}Zn_xLa_yFe_{2-y}O_4$ وقد تم تحضير العينات باستخدام الطريقة التقليدية لتحضير المواد السيراميكية. باستخدام الأكاسيد ذات نقاوة عالية تصل الي 99.99% والتي تم خلطها بتجانس وبنسب عيارية ثم طحنها باستخدام هون من العقيق ثم كبس البودرة وعمل الحرق الاولي عند 850 درجة مئوية لمدة 30 ساعة لعمل تهيئة مناسبة للتفاعل الكيميائي بين المكونات ثم تم حرقها النهائي عند 1100 درجة مئوية لمدة 90 ساعة.

تم تحضير ثلاث مجموعات كالتالي:

- 1- المجموعة الأولى : $Co_{1-x}Zn_xLa_yFe_{2-y}O_4$ عند درجة حرق أولى 1100 سليزية بمعدلات حرق مختلفة (2و4و6و8 درجة سليزية في الدقيقة)
- 2- المجموعة الثانية : $Co_{1-x}Zn_xCe_yFe_{2-y}O_4$ عند درجة حرق مختلفة (1100و1150و1200 درجة سليزية) بمعدل حرق 4 درجات سليزية في الدقيقة.
- 3- المجموعة الثالثة : $Co_{1-x}Zn_xR_yFe_{2-y}O_4$ والتي تم حرقها عند 1100 سليزية بمعدل حرق 4 درجات سليزية في الدقيقة .

تم اجراء اختبارات الأشعة السينية والأشعة تحت حمراء, والتوصيلية الكهربية الترددية والقدرة الكهروحرارية (معامل سيبك الفولتي) والقابلية المغناطيسية لكل المجموعات.

ودرس ايضا اعتماد ثابت العزل الكهربي للمجموعة الأولى ووجد ان العينات لها نفس السلوك من حيث اقسام ثابت العزل الي ثلاث مناطق رئيسية . المنطقة الأولى يتغير فيها ثابت العزل تغيرا طفيفا مع درجة الحرارة والتردد وذلك حتى 400 درجة كلفينية وفي تلك المنطقة تكون الطاقة الحرارية غير كافية لتحرير ثنائيات الأقطاب المقيدة حتى تتوجه في اتجاه المجال وعند ذلك تلعب الاستقطابية الكهربية دورا هاما. في المنطقة الثانية حتى 600 درجة كلفينية فإن الطاقة الحرارية كافية لتحرير المزيد من ثنائيات الأقطاب المجمدة ويعمل المجال المصاحب للترددات المطبقة على توجيههم في اتجاهه.

في المنطقة الثالثة, فإن الطاقة الحرارية العالية تعمل على زيادة اهتزاز المنظومة الشبكية والتي بدورها تعمل على زيادة العشوائية وبالتالي تزيد الإحتكاك بين

ثنائيات الأقطاب وبالتالي زيادة الطاقة المبذولة . لذلك فإن ثابت العزل الكهربائي يقل حتى يصل لأقل قيمة له والتي عندها يبدأ مشاركة نوع آخر من الاستقطاب مثل ماكسويل فاجنر التي تسبب الزيادة الفجائية لثابت العزل.

وبأخذ في الاعتبار تأثير معدل الحرق فقد وجد ان ثابت العزل يقل من المعدل 2 درجة سليزية في الدقيقة حتى 4 درجة سليزية في الدقيقة وبعدها يزيد ثابت العزل فجأة هذا يعني ان المعدل 4 درجات سليزية هو المعدل الحرج والذي عنده معدل النمو للبلورات ان يصل لدرجة عالية في الاستقطاب لذلك نستطيع ان نقول ان معدل الحرق يتحكم في كل الخواص الكهربائية داخل العينات وذلك يرجع الى التغير في حجم البلورات. في المنطقة الفاصلة بين الحبيبات فإن التغير في الاستقطابية لماكسويل فاجنر يغير كلا من الجزء الحقيقي والتخيلي لثابت العزل.

وقد وجد من نتائج التوصيلية المترددة ان سلوك النتائج لم يتغير تقريبا بالنسبة لعينات ذات تركيز الانثانيوم المتغير وتظهر النتائج ثلاث مناطق أساسية , المنطقة الاولى تسمى المنطقة ذات الطبيعة شبه المعدنية حيث لا يوجد تغير في التوصيلية مع درجة الحرارة ولكنها تتغير مع تغير التردد. المنطقة الثانية تتغير فيها التوصيلية مع درجة الحرارة ومع التردد في المنطقة الثالثة يكون فيها التوصيلية تعتمد على درجة الحرارة والتردد. وقد وجد وجود اكثر من خط مستقيم ذات ميل مختلف عند كل تردد . ووجد ان طاقة التنشيط في مدى الحرارة العالية أكبر من طاقة التنشيط في مدى الحرارة المنخفض. ووجد ان الزيادة في التوصيلية الكهربائية في هذه المواد يكون نتيجة الزيادة الحركية في هذه المواد بالطاقة الحرارية وليس نتيجة إنتاج شحنات جديدة مولدة حراريا.

وقد تم دراسة اعتماد ثابت العزل الكهربائي على درجة الحرارة المطلقة لمادة

$Co_{1-x}Zn_xRyFe_{2-y}O_4$ المحضرة عند درجة حرارة 1100 مئوية ومعدل تسخين 4 درجات في الدقيقة . وبدراسة اعتماد ثابت العزل على درجة حرارة الحرق النهائي لهذا المركب عند 1 هرتز و 1ميغا هيرتز وجد زيادة الاستقطابية بزيادة درجة حرارة الحرق النهائي الى 1150 درجة مئوية بعدها تقل الاستقطابية وتصل الى قيمة صغرى عند 1200 درجة مئوية .

اما بالنسبة لسلوك التوصيلية للعناصر الأرضية النادرة عند درجة حرارة الغرفة وتردد 100ك هيرتز نجد ان عنصر السيريوم له اقل توصيلية كهربية وزيادة نصف قطر العناصر الأرضية النادرة أو زيادة تركيزها يقل احتمالية دخولها الى شبكة مادة الفرايت.

وجد ان اختلاف معامل سيبك مع متوسط درجة الحرارة المطلقة يوضح اختلاف السلوك مع اختلاف تركيز الانثانيوم بينما تغيير اشارة معامل سيبك يكون تقريبا نفسه اول ثلاث تركيزات و يختلف للثلاث تركيزات الأخيرة 0.125 و 0.150 و 0.175 و اشارة معامل سيبك تكون مختلفة بين الموجب والسالب عند مدى تغير درجة الحرارة وهذا يدل على مشاركة كل من الالكترونات والفجوات في التوصيل وهذا يكون واضحا وان اختلاف قيم معامل سيبك تعتمد على كمية ايونات الانثانيوم في الفرايت وهذا يكون مرتبط بنسبة Fe^{3+} / Fe^{2+} لان أيونات الانثانيوم اذا دخلت على شبكة الفرايت فإنه يحل محل ايونات في الموقع ثماني الأضلاع.

وقد وجد ان التغير في القابلية المغناطيسية المولارية مع درجة الحرارة المطلقة كدالة لشدة المجال المغناطيسي للمركب يعطي نفس السلوك التي حصلت عليها لكل اضافات الانثانيوم مع ازاحة طفيفة في درجة كوري التي تعتمد على كل من شدة المجال المغناطيسي وتركيز ايونات الانثانيوم.

وقد تم دراسة اعتماد القابلية المغناطيسية على درجة الحرارة وشدة المجال المغناطيسي لمركب $Co_{1-x}Zn_xCe_yFe_{2-y}O_4$ وقد تم حساب بعض الثوابت.