أطروحـــــــــــــة

مقدمة

بالمدرسة العليا للأســـاتذة بالقبـــــة -الجزائر-

للحصول على

درجة ماجستـــــير

تخصص: **فيزياء تطبيقية**

من طرف

بلواضح رابح

دراســـة و محـاكاة ظواهر العـــزل لمتعدد فلوريد الفينيليدين(PVDF) المستعمل في اللواقط.

تاريخ المناقشة: 13 فيفري 2002.

أمام اللجنة المكونة من:

-**د. بوصبيعات السعيـد:** أستاذ محاضر-المدرسة العليا للأساتذة-القبة-	رئيسا
-**د. بلجودي نذيـــــر:** أستاذ محاضر-جامعة هواري بومدين -باب الزوار-	ممتحنا
-**د. سعدي محمـــــد:** أستاذ مكلف بالدروس-جامعة بومرداس-	ممتحنا
-**د. هواري محمـــــد:** أستاذ مكلف بالدروس-المدرسة العليا للأساتذة-القبة-	مشرفا
-**د. قنديل جمـــــال:** أستاذ محاضر-المدرسة العليا للأساتذة-القبة-	مشرفا

الفهرس:

مقدمة عامة..... 05

I-الفصل الأول: عموميات حول الخواص الكهروحديدية و بنية مادة PVDF و(P(VDF,TrFE.

1-مقدمة..... 09

2-عموميات حول الاستقطاب..... 10

2- أ- ثنائي القطب..... 10

2- ب- الاستقطاب..... 10

2- ج- أنواع الاستقطاب..... 11

3- عموميات عن العوازل و خواصها..... 14

3-أ- الفعل الكهروضغطي..... 14

3-ب- الفعل الكهروحراري..... 14

3-ج- الفعل الكهروحديدي..... 15

4- البوليميرات الكهروحديدية..... 19

4-1- تعريف 19

4-2- عموميات حول متعدد فلور الفينيليدين(PVDF)..... 19

4-3- بنية مادة PVDF 20

4-3-1- البنية التشكيلية و البلورية لمادة PVDF 20

4- 3-2-الإستقرار الحراري لمختلف الأشكال البلورية..... 30

4-3-3- عيوب التشكيل رأس-لرأس، ذيل لذيل و تأثيرها على السلسلة البوليميرية. 30

5- خواص مادة متعدد فلور الفينيليدين PVDF 32

6-مقارنة خواص PVDF و PZT 41

7- أهمية مادة PVDF 43

8-مادة P(VDF,TrFE)..... 43

9- طرق الاستقطاب 45

10-خلاصة الفصل الأول..... 45

II- الفصل الثاني: نماذج الاستقطاب: 46

1-مقدمـــــة 47

2-النماذج..... 48

2- 1- نموذج لانجفن (LANGEVIN)..... 48

2-2- النموذج أحادى البعد..... 51

2-3- نموذج أنزاجي (ONSAGER) 60

2-4- نموذج برودست (BROADHURST et AL.) 61

2-5- نموذج كبلر و أندورسن (KEPLER et ANDERSON) 68

2-6- نظرية لوندو(LANDAU) لتحول الاطوار:..... 70

3-الإستقطاب بجوار الحقل القسري..... 75

4- خلاصة الفصل الثاني..... 78

III- الفصل الثالث: دراسة إستقطاب مادة PVDF و استنتاج منحنى التشنج P(E). 79

1- مقدمة..... 80

2-دراسة عازل داخل حقل كهربائي منتظم 81

2-1- حساب الحقل المحلي 85

2-2- طريقة منتي كارلو (MONTE-CARLO) مع طريقة التنصيف التكرارية 95

2-3- طريقة سيمسون(Simpson) مع طريقة التنصيف التكرارية:..... 104

3-مقارنة الطريقتين 107

4- خلاصة الفصل الثالث 107

IV- الفصل الرابع: تعيين المعاملات الكهروحديدية:

1- مقدمة..... 110

2- الحساسية الكهربائية 111

3-الاستقطاب التلقائي بدلالة درجة الحرارة..... 113

4- الاستقطاب الأعظمي بدلالة شدة الحقل الكهربائي العظمى 116

5-الاستقطاب التلقائي بدلالة شدة الحقل الكهربائي العظمى..... 118

6-دراسة ظواهر العزل في الكهروحديديات ثلاثية البعد. 119

7- خلاصة الفصل الرابع 123

V – الخلاصة العامة 125

الملاحق 128

المراجع 145

Résumé

L'étude des propretés diélectriques des matériaux ferroélectriques, et particulièrement les polymères ferroélectriques est très intéressante en raison des différentes applications possible (capteurs).

Comparé à d'autres matériaux thermoplastique, le poly florure de vinylidene (PVDF) se distingue par des macromolécules possédant un grand moment dipolaire .

Dans but de mettre en valeur les avantage du PVDF, et afin de mieux comprendre ses caractéristiques internes, et les comparer avec celles des matériaux possédant des propriétés identique, nous avons effectué une étude bibliographique de sa structure micro et macroscopique.

Ensuite, nous avons analysé les modèles et théories qui permettrent d'étudier les propriétés des diélectriques, comme le modèle de Langevin, le modèle ordre-désordre,le modèle d'Onsager, le modèle Broadhurst et al. le modèle de Kepler-Anderson et la théorie de Landau.

Le modèle le plus adapté à la structure du PVDF est celui de Broadhurst et al.. C'est pourquoi nous l'avons utiliser, en essayant de calculer la valeur moyenne du cosinus de l'angle entre le champ électrique local et le moment dipolaire.

Les propriétés caractéristiques des diélectriques étant liées à leurs polarisations, notre premier objectif fût le calcul du cycle d'hystérésis. Le calcul des courbes de susceptibilité, de la polarisation rémanente, de la polarisation maximale en fonction du champ électrique externe ainsi que la variation de la polarisation rémanente en fonction de la température constituent le deuxième objectif.

Pour ce faire, nous avons utilisé le méthode de monté-carlo associée a une méthode itérative dite dichotomie, avec deux hypotheses:

1- Existence de plusieurs dipôles à l'intérieur de la sphère de Lorentz.
2- Existence d'un seul dipôle à l'intérieur de la sphère.

Dans les deux hypothèses, les résultats obtenus différent de 21% des données expérimentales.

Cependant, en utilisant la méthode de Simpson associé à la dichotomie, et en supposant

l'existence d'un seul dipôle dans la sphère de Lorentz, les résultats obtenus sont proches des données expérimentales disponibles.

Pour élargire l'étude aux matériaux ferroélectriques à trois dimension, et afin d'obtenir leurs caractéristiques diélectriques, nous avons utilisé le modèle d'Onsager associé à méthode à la dichotomie.

En conclusion, le cycle d'hystérésis ainsi les caractéristiques diélectriques peuvent être obtenus en utilisant les modèles et méthodes appropries selon la nature du matériaux.

الملخص:

إن دراسة خواص العزل في المواد الكهروحديدية و خاصة في البوليميرات التي تتميز بهذه الخاصية يكتسي أهمية بالغة، لتطبيقاتها المختلفة و المتعددة في مجالات كثيرة منها ما يتعلق باللواقط. تتميز مادة متعدد فلور الفينيليدين(PVDF) بوحدات عملاقة و تتمتع جزيئاتها بعزم ثنائي قطب كبير مقارنة باللدائن الحرارية الكهروحديدية مما يجعلها تحتل أهمية خاصة.

لهذا الغرض قمنا بدراسة البنية المجهرية و العيانية لهذه المادة للتعرف عن مميزاتها الدقيقة، ومن ثم مقارنتها ببعض المواد التي لها خصائص مماثلة لإستخلاص مزاياها. تعرضنا بعد ذلك بالتفصيل لمعظم النماذج و النظريات التي تسمح بدراسة ظواهر العزل و التي نذكر منها: نموذج لانجفن (Langevin)، النموذج أحادي البعد، نموذج أنزاجي (Onsager)، نموذج برودست (Broadhurst and Al.)، نموذج كبلر و أندورسون (Kepler and Anderson)، نظرية لوندو (Landau). بما أن نموذج برودست كان انسب النماذج لدراسة متعدد فلور الفينيليدين فقد إعتمدناه في باقي الدراسة التي تركزت حول تحليل و حساب عبارة القيمة المتوسطة لجيب تمام الزاوية المحصورة بين شعاع الحقل المحلي و شعاع عزم ثنائي القطب الكهربائي.

إن معظم الخواص التي تتميز بها العوازل ترجع لوجود استقطاب يمكن أن تظهره. لذا كان هدفنا الأولي هو إيجاد منحنى التشنج و من ثم البحث عن الحساسية و منحنى الاستقطاب التلقائي بدلالة درجة الحرارة و كذا الاستقطاب التلقائي و الأعظمي بدلالة شدة الحقل الكهربائي المطبق. لأجل ذلك استعملنا في البداية طريقة منتي كارلو (monte-carlo) المبنية على الحسابات الإحتمالية مع طريقة التنصيفات المتكررة و ذلك من أجل اعتبارين مختلفين: -**الأول:** وجود ثنائيات قطب متعددة داخل كرة لورانتز تساهم في عبارة الحقل المحلي المؤثر على الثنائي المتواجد بمركز الكرة.

-**الثاني:** وجود ثنائي قطب واحد داخل كرة لورانتز.

لم نتحصل على نتائج متوافقة مع النتائج التجريبية مع كلا الإعتبارين نظراً لوجود خطأ نسبي من رتبة 21% أما عند إستعمال طريقة سيمسون (Simpson) مع طريقة التنصيفات المتكررة و إفتراض وجود ثنائي قطب وحيد داخل كرة لورانتز فكانت النتائج جيدة ومقاربة للنتائج التجريبية المتوفرة.

لغرض توسيع الدراسة إلى المواد الكهروحديدية ثلاثية الإبعاد و الحصول على عوامل العزل المختلفة في هذا الصنف من المواد، استعملنا طريقة التنصيفات المتكررة على نموذج أنزاجي (Onsager).

حسب صنف المادة المدروسة يمكن الحصول على منحنى التشنج و كذا العوامل المشار إليها آنفا بإتباع إحدى الطرق التالية:

- في المواد أحادية البعد: نستعمل النموذج أحادي البعد.
- في المواد ثنائية البعد: نستعمل خاصة في البوليميرات نموذج برودست مع طريقة عددية لحساب التكامل و طريقة التنصيفات المتكررة كما هو موضح في هذه الدراسة.
- في الكهروحديديات ثلاثية البعد: نستعمل نموذج أنزاجي مع طريقة التنصيفات المتكررة.