الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة

القبة القديمة – الجزائر

قسم الفيزياء

Ministère de l'Enseignement Supérieur

et de la Recherche Scientifique

Ecole Normale Supérieure

Vieux Kouba – Alger

Department de Physique

مذكرة تخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي

المواد فائقة التوصيل وتطبيقاتها

Les Supraconducteurs et Leurs Applications

من إعداد الطالبين:

- مناعة هشام
- لكيرد جمال

تحت إشراف الأستاذة:

- بوتمتام ليلى

لجنة المناقشة:

الأستاذ: سلطاني علي ..... **رئيسا**

الأستاذة: بوطالبي أمباركة(سامية) ..... **ممتحنة**

الأستاذة: بوتمتام ليلى ..... **مشرفة**

السنة الجامعية 2014- 2015

دفعة جوان 2015

الفهرس

مقدمة 01

الفصل الأول : مدخل إلى التوصيل الكهربائي

I-1- تمهيد 02

I-2- بعض المفاهيم الأساسية 02

I-2-1- نظرية أحزمة الطاقة 02

I-2-2- الشحنة والتيار الكهربائي 03

I-2-3- المقاومة الكهربائية 04

I-3- أنواع المواد من حيث توصيلها للكهرباء 05

I-3-1- العازل الكهربائي 05

أ- استخدامات العازل الكهربائي 05

ب- بناء الذرة المبسط لمادة عازلة 06

I-3-2- النواقل الكهربائية 07

I-3-2-1- النواقل من الدرجة الأولى 07

I-3-2-1-1- بعض المعادن وخواصها 08

I-3-2-1-2- العوامل المؤثرة على ناقلية سلك معدني 08

أ- درجة الحرارة 08

ب- طول السلك و مقطعه 10

ج- نوعية المعدن 10

د- حركية الإلكترونات 10

I-3-2-2- النواقل من الدرجة الثانية 12

أ- الكهروليتات القوية 12

ب- الكهروليتات الضعيفة 12

I-3-3- أشباه النواقل 14

I-3-3-1- أنواع أشباه النواقل 14

أ- أشباه الموصلات الذاتية أو النقية 14

ب- أشباه النواقل المشوبة أو غير النقية 15

I-3-4- الفرق بين الناقل ونصف الناقل والعازل 18

I-4- الموصلية الفائقة 20

الفصل الثاني: المواد فائقة التوصيل

II-1- تمهيد 21
II-2- تاريخ الموصلات الفائقة 22
II-3- المقادير الحرجة 25
II-3-1- درجة الحرارة الحرجة 25
II-3-2- المجال المغناطيسي الحرج..... 25
II-3-3- كثافة التيار الحرج..... 25
II-3-4- مخططات الأطوار للمواد فائقة التوصيل 26
II-4- تصنيف المواد فائقة التوصيل..... 27
II-4-1- المعادن وأشباه النواقل فائقة التوصيل 27
II-4-2- الكوبراتات..... 27
II-4-3- بنيكتورات الحديد..... 28
II-5- أنواع الموصلات الفائقة 29
II-6- أهمية خاصة للموصلات الفائقة عالية الحرارة 29
II-7- نظرية الموصلات الفائقة 30
II-8- الصفات الكهرومغناطيسية للمواد فائقة التوصيل 34
II-8-1- التوصيل النوعي التام والدايامغناطيسية التامة للموصلات الفائقة.... 35
II-8-2- التكميم المغناطيسي..... 36
II-8-3- طرد المجال المغناطيسي من داخل الموصلات الفائقة..... 38
II-8-4- ظاهرة ميزنر..... 44
II-8-5- ظاهرتا الطفو والتعليق المغناطيسيتان..... 45
II-9- تأثير النظير في المواد فائقة التوصيل ذات T_c العالية 46
II-10- ظاهرة (أو وصلات) جوزيف صن..... 49
II-11- المركب MgB_2..... 50
II-11-1- تحسين الأداء..... 51
II-11-2- البنية والروابط للمركب MgB_2..... 53

الفصل الثالث: تطبيقات المواد فائقة التوصيل

III-1- تطبيقات المواد فائقة التوصيل..... 54
III-1-1- جهاز السكويد..... 54
III-1-2- أجهزة الميكروويف..... 54
III-1-3- كابلات القدرة..... 55
III-1-4- المغناطيس الفائق..... 55
III-1-5- أجهزة الرادار..... 56
III-1-6- القطار الفائق..... 56
III-1-7- عجلات الطاقة..... 58
III-1-8- التطبيقات الطبيــة..... 59
III-1-9- تطبيــقات أخــرى..... 60
III-2- تطلعات ومعيقات المواد الفائقة 62
خاتمة 63

المقدمة

لقد عرف الانسان منذ القدم المواد بمختلف أشكالها وحاول تصنيفها إلى عوازل مثل البلاستيك ونواقل مثل المعادن لاستعمال كل منها في مجالها الخاص، وهناك مواد أخرى ناقلة في ظروف معينة وعازلة في ظروف أخرى سميت بأشباه النواقل (المواد نصف ناقلة)، وبعد ذلك اكْتشِف أنه هناك نوعا آخر من المواد تم الحصول عليها وتطويرها من طرف العلماء وهي ما تعرف باسم الموصلات فائقة التوصيل.

تتمتع المواد فائقة التوصيل بعدد من الخواص تجعلها من أكثر الأجسام الصلبة أهميةً في العديد من التطبيقات. حيث تسمح هذه المواد من جهة بمرور التيار الكهربائي دون وجود أي مقاومة كهربائية تقريباً وهذا عند تبريدها في درجات حرارة منخفضة جداً تقترب من الصفر المطلق (صفر كلفن)، ومن جهة أخرى لا تستطيع المجالات المغناطيسية التغلغل فيها ما دامت بصورتها الفائقة.

هاتان الخاصيتان فتحت الأبواب أمام العلماء لاستعمالها في ابتكارات واختراعات ذات كفاءة عالية تدخل في مجالات العلوم والتكنولوجيا، حيث أن هذه المواد سوف تحل محل أنصاف النواقل التي تدخل الآن في صناعة الترانزستور والدوائر الالكترونية.

يبقى البحث جاري الآن لإدخال هذه المواد في صناعة السوبر كمبيوتر، وتستخدم حاليا كبديل للمواد المشعة المستخدمة في تشخيص الأمراض وخاصة التي تصيب الدماغ.

لقد فتحت التجارب في السنوات الأخيرة مجالا واسعا للتعرف على أكثر من 30 عنصراً ومئات المركبات التي تصلح لأن تكون فائقة التوصيل.

نظراً لأهمية هذا الموضوع، قمنا بالبحث فيه وقسمنا عملنا إلى ثلاثة فصول، تطرقنا في الفصل الأول إلى بعض المفاهيم حول الكهرباء وأنواع المواد حسب قدرتها على التوصيل الكهربائي، الفصل الثاني تعرضنا فيه إلى دراسة المواد فائقة التوصيل وخواصها، أما الفصل الثالث جمعنا فيه أهم تطبيقات هذه المواد في مختلف المجالات.