كلية الرياضيات و علوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماستر أكاديمي

الميدان : علوم المادة

التخصص : فيزياء المواد

من إعداد : زكور كلثوم

الموضوع

دراسة الخصائص الكهروحرارية لسبيكة

Cu47.5Zr47.5AL5

نوقشت يوم :

2018/05/31

أمام لجنة متكونة من :

د- بن مبروك لزهر	أستاذ محاضر "أ"	رئيسا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة
د- بن طويلة عمر	أستاذ محاضر "أ"	مناقشا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة
د-عاشوري عبد الرحيم	أستاذ محاضر "أ"	مشرفا و مقررا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة

السنة الجامعية 2018/2017

الإهـــداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على الرسول الكريم

إلى الشمعتي التي أضاءت حياتي

إلى من سعت جاهدت من اجل تعليمي

إلى التي صبرت لترى نجاحي

إلى أغلى حبيبة إلى أمي ...حفظها الله

إلى الذي حلم دائما بتوفيقي و ارتقائي

إلى الذي رحل دون أن يراني

إلى أسمى رجل في الدنيا

إلى أبي الحبيب ... رحمة الله عليه

إلى رمز المحبة و العطاء دون استثناء

إلى الذين كانوا عونا لي في مشواري

إلى أخواني الأحباب و أخواتي الأحبة

..... اذامهم الله

إلى من ساندني في مشواري إلى زوجي

.....رعاه الله

إلى كل أصدقائي في مشواري الدراسي

إلى كل زملائي طلبة فيزياء المواد.

الشكر و التقدير

بسم الله الرحمان الرحيم و الصلاة و السلام على خير خلق الله أجمعين محمد صلى الله عليه وسلم

أول شكري لله عز وجل رب العالمين الذي وهبني العلم العظيم

يسرني بعد انتهائي من هذا العمل المتواضع أن أتقدم بجزيل شكري و امتناني إلى أستاذي " الدكتور عاشوري عبد الرحيم " على تفضله الإشراف على هذا البحث وعلى مساعدتي و توجيهي و إرشادي كذالك تزويدي بالمعلومات له خالص شكري .

كما أتقدم بشكري للأساتذة الأكارم أعضاء لجنة المناقشة , الدكتور بن مبروك لزهر و الدكتور بن طويلة عمر على صبرهما معي , لهما خالص شكري .

ولا أنسى بالذكر كل أساتذتي الذين رافقوني طيلة المشوار الدراسي

كما لايفوتني أن اشكر كل من تفوه بكلمة أفادتني فجزآهم الله كل خير .

الفهرس .....

قائمة الجداول .....

قائمة الأشكال .....

المقدمة العامة . .....

الفصل الأول :عموميات عن المادة و تركيبها

المقدمة 1

1 التركيب البلوري 1

1-1 المادة الصلبة البلورية 1

1-2 المادة الصلبة الغير بلورية 1

1-3 كيفية الحصول على مادة بلورية من مادة لابلورية 2

2 المعادن 2

2-1 خصائص المعادن 2

2-2 أنواع المعادن 3

2-3 أهمية المعادن 3

2-4 تبلور المعادن 4

3 السبائك 5

3-1 خواص السبائك 5

3-2 أنواع السبائك 5

3-3 طرق تكوين السبائك 6

4 بعض خصائص المعادن Zr, Cu ,AL 7

5 طرق تعيين التركيب البلوري 10

5-1 انعراج الأشعة السنية RX 10

5-2 مبدأ الأشعة السينية RX 11

5-3 مطيافية رمان 11

6 المجاهر المستخدمة في دراسة التركيب البلوري 12

1 6 المجهر الالكتروني 12
2 6 المجهر الضوئي المركب 13

الفصل الثاني : التبادلات الحرارية في المادة

المقدمة 16
1 كمية الحرارة 16
2 الانتقالات الحرارية 16
1-2 مفهوم الانتقال الحراري 16
2 2 طرق انتقال الحرارة 17
2 2 1 التوصيل الحراري 17
2 2 2 الحمل الحراري 17
2 2 3 الإشعاع الحراري 18
2-3- المزدوجة الحرارية 18
2 4 - التأثيرات الحرارية 19
2-4-1 ظاهرة سيباك 19
* القوة الدافعة الكهروحرارية 19
2-4-2 ظاهرة بيلتيه 21
2-4-3ظاهرة طومسون 21
2-5 المعاملات الفيزيائية للناقل 22
2-5-1لحركية الكهربائية 22
2-5-2المقاومة الحرارية 22
2-5-3المقاومية الكهربائية 22

2-5-4الناقلية الحرارية 23

2-5-5الناقلية الكهربائية 23

3- الانتقال الالكتروني 24

3-1 الانتقالات الالكترونية في المادة 24

الفصل الثالث: التركيب التجريبي و النتائج المحصل عليها

المقدمة 26

1 المبدأ التجريبي 26

1 1 أبعاد العينة 26

1 2 طريقة العمل 27

2 التركيب التجريبي 28

3 النتائج المحصل عليها 29

3 1 المقاومية الكهربائية لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ 30

3 2 القوة الدافعة الكهروحرارية لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ 31

4- دراسة تدعمية بين النتائج المتحصل عليها و دراسات سابقة..... 32

4-1 مقارنة بين منحنى المقاومية الكهربائية لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ و سبيكة $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$ 32

4-2 مقارنة بين منحنى معامل سيباك لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ و سبيكة $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$ 33

قائمة الجداول

الفصل الأول: عموميات عن المادة و تركيبها

الجدول 1 : الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للعناصر (Cu, Zr, AL).....9

قائمة الأشكال

الفصل الأول

الشكل -1- رسم تخطيطي لمادة صلبة بلورية و مادة صلبة غير بلورية 2

الشكل -2- رسم تخطيطي لي عملية تبلور معدن 5

الشكل -3- صورة لسبيكة متجانسة 6

الشكل -4- صورة لسبيكة غير متجانسة 6

الشكل -5- صورة لقالب التصلب 7

الشكل -6- صورة لمعدن النحاس 8

الشكل -7- صورة لمعدن الألمنيوم 8

الشكل -8- صورة لمعدن الزركنيوم 9

الشكل -9- صورة لجهاز إنتاج الأشعة السينية 10

الشكل -10- رسم تخطيطي لظاهرة الانعكاس 11

الشكل -11- رسم تخطيطي لمكونات المجهر الالكتروني الماسح.....13

الشكل -12- صورة لمكونات المجهر الضوئي المركب.....14

الفصل الثاني .

الشكل -13- صورة تمثل كيفية انتقال الحرارة 16

الشكل -14- صورة لطرق انتقال الحرارة 17

الشكل -15- صورة لطريقة انتقال الحرارة بالحمل 18

الشكل -16- صورة لي المزدوجة الحرارية 18

الشكل -17- رسم تخطيطي لظاهرة سيباك.....20

الشكل -18- رسم تخطيطي لظاهرة بيلتيه و طومسون.....22

الشكل -19- صورة للعينة قبل المعالجة 26

الشكل -20- صورة للعينة أثناء المعالجة 27

الشكل -21- يمثل رسم تخطيطي لتركيب التجريبي المستخدم 28

الشكل -22- يمثل منحنى المقاومية الكهربائية لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ بدلالة درجة الحرارة 29

الشكل -23- يمثل منحنى معامل سيباك لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ بدلالة درجة الحرارة 31

الشكل -24- يمثل منحنى المقاومية الكهربائية لسبيكة $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$ بدلالة درجة الحرارة 32

الشكل -25- يمثل منحنى معامل سيباك لسبيكة $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$ بدلالة درجة الحرارة 33

المقدمة العامة

المقدمة العامة

دأب الإنسان منذ وجوده على استعمال ما سخره الله له من مواد مختلفة وجدها على ظهر الأرض و باطنها، حتى إذا ما مضت به مسيرة التقدم و تزايد احتياجاته اخذ يفحص ما لديه من مواد لاستكشاف طبيعتها و معرفة أسرارها، حتى يصل على أقصى قدر من الاستفادة منها.

ثم أتى زمن احتاج فيه الإنسان إلى مواد أخرى ذات خصائص لا تتوفر في ما تحت يديه من خامات طبيعية فراح يبتكر و يصنع مواد جديدة تلبي احتياجاته.

وقد أسهمت العلوم المختلفة في استنباط عدد هائل من تلك المواد ودراستها و تحسين خصائصها الفيزيائية و الكيميائية و كذالك الميكانيكية ,لكي تفي بما يتطلبه التطبيق العلمي للصناعة الحديثة , فظهرت حينها مواد جديدة ناتجة عن خلط معدنين مع بعضها يكون احدهما فلز , تحمل عدة صفات معدنية مرغوبة ولها كفاءة عالية , تلبية لمتطلبات الصناعات الحديثة , تسمى هذه المواد بالسبائك .

و سنتناول في موضوع بحثا هذا دراسة أهم الخصائص الكهروحرارية وهي المقاومية الكهربائية و القوة الدافعة الكهروحرارية بالإضافة إلى التأثيرات الكهروحرارية بدلالة تغير درجة الحرارة لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$.

كما تحتوي هذه المذكرة على ثلاث فصول , حيث يهتم الفصل الأول و الثاني بدراسة الجانب النظري و أما الثالث للنتائج المحصل عليها .

حيث خصصنا الفصل الأول لدراسة عامة حول المادة و تركيبها أي دراسة بنيوية .

أما الفصل الثاني فهو دراسة نظرية لأهم الخواص و التأثيرات الحرارية على المادة وكذالك خواصها .

أما الفصل الثالث فيشمل الجانب التجريبي و طريقة العمل بالإضافة إلى تحليل النتائج , كما قمنا بمقارنة النتائج مع دراسات سابقة أجريت على السبيكة $Zr_{50}Cu_{45}AL_5$ و نفس الخواص الكهروحرارية .

الفصل الأول

عموميات عن المادة و تركيبها

المقدمة

يعني علم المادة بمفهومه العام دراسة خصائص المادة أي معرفة بنيتها وتركيبها الداخلي وفقا لطبيعة ارتباط الذرات مع بعضها البعض ووصفها فيزيائيا و كيميائيا , بفرض تطويرها و ذالك تلبية لاحتياجات تكنولوجيا الحديثة .

ومع اكتشاف طرق عديدة لدراسة البنية البلورية كالأشعة السينية و كذالك تطور المجاهر , أصبح معرفة و تعيين بنية المادة أسهل بكثير و سنتطرف في هذا الفصل إلى دراسة عامة عن المادة و تركيبها .

1- التركيب البلوري

يستخدم في لغة علم البلورات عدد من المفاهيم و المصطلحات للتركيب البلوري، و هو عبارة عن :

التركيب البلوري = الشبكية + القاعدة

الشبكية البلورية : نوع من التمثيل الرياضي لنمط ترتيب الوحدة البنائية الأساسية للمادة البلورية , و يتم هذا التمثيل بعدد لانهائي من النقاط الأساسية المرتبة ترتيبا شبكيا متوازيا يتميز بالتماثل و التكرار المنتظم (الدوري) في الفراغ , و يتكون التركيب البلوري أيضا من الوحدة البنائية الأساسية (القاعدة).[2]

1- 1 المادة الصلبة البلورية

هي مواد صلبة تشغل ذراتها في المادة مواقع محددة ضمن الشبكة ,وفق ترتيب معين على هيئة نسق بلوري ذري يكون ترتيبها عبارة عن تكرار نموذج ويسمى بترتيب طويل المدى مثل الألماس. [2]

1-2-المادة الصلبة الغير بلورية

هي مواد صلبة تتوضع ذراتها في الفراغ بشكل عشوائي أي عديمة النظام البلوري يفقد فيها التناظر الدوري , بنيتها شبيها بالسائل و تخضع لنظام المدى القصير و بنيتها شبه مستقرة ومن هذه المواد الزجاج. [2]

الشكل -1- رسم تخطيطي لمادة صلبة بلورية و أخرى لابلورية

- **3-1- كيفية الحصول على مادة بلورية من مادة لابلورية**

نعطي للمادة الصلبة طاقة حرارية عالية , فتصبح ذراتها في حالة حركة نتيجتا لمنحها طاقة , فتحرر من طاقة الربط و عند زيادة الطاقة الحرارية تصبح المادة بحالة سائلة (ذراتها ذات تنظيم عشوائي) أي مادة لابلورية وعند إزالة الطاقة الحرارية تتصلب المادة تدريجيا فتتقارب ذراتها و يصغر حجمها و تزداد كثافتها فتتكون بذره نواة التصلب عند تقارب ذراتها بينها . نقوم بعملية التبريد السريع , تتكون بذر التصلب أولا في المناطق ذات درجة الحرارة اقل و مع مرور الوقت تبرد المناطق المجاورة ثم المنصهرة ككل فنحصل أخيرا على مادة بلورية .

2 - المعادن

المعدن هو مادة صلبة غير عضوية تكونت بفعل عوامل طبيعية ولها بناء ذري منظم و تركيب كيميائي ثابت, وأحيانا متغير في نطاق محدود وتمتاز بموصلية كهربائية وحرارية عالية كما أنها قابلة للانصهار والتطريق.[6] [7]

2-1 – خصائص المعادن

الطبيعية :

- امتصاص وانعكاس الضوء
- تماسك الجـــزيئات
- لها ملــمس ورائــحة
- اللّمـعان

الفيزيائية :

- خاصية توصيل الكهرباء والحرارة.
- تمـتاز بكثــافة عاليـــة
- لها درجة انصـــهار مرتفـعة
- قابلـة للتشـــكيل

الكيميائية:

- لهـــا سطـــح تفـــاعلي
- تتعرض للتآكل عند إضافة أحماض
- تتأكسد بفعل الظروف الخارجية

2-2- أنواع المعادن

يمكن تقسيم المعادن إلى قسمين رئيسيين :

- معادن حديدية :وتشمل الحديد و سبائكه كالصلب و الزهر والكروم و الصفيح.
- معادن غير حديدية : فتشمل النحاس الأصفر و الأحمر , معدن الذهب و النيكل و الرصاص و القصدير و المغنيسوم و الفضة و الألمنيوم.

2- 3 أهمية المعادن

- مادة أساسية في صناعة الآلات و الأجهزة الحديثة و المحركات الكهربائية و الميكانيكية
- تستخدم المعادن في صناعة الأدوات الزراعية و الاقتصادية و المواصلات و العمران
- تدخل في صناعة أدوات التزيين كالحلي و التحف المنزلية
- تستعمل أيضا في صناعة العملات المعدنية

2- 4- تبلور المعادن

تسمى عملية انتقال المعدن من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة بالتبلور أي المعدن ينتقل إلى الحالة أكثر اتزانا .

تعتمد عملية التبلور على الترموديناميك و حركة الجزيئات مما يجعل من الصعب التحكم في تلك العملية و تدخل فيها مسالة نقاوة المادة المتبلورة و طريقة خلط المكونات و تصميم بوتقة التبلور و خطة التبريد ,كل تلك العوامل تؤثر على حجم البلورة المتكونة و عدد البلورات و شكلها .

وتصف الديناميكا الحرارية هذا الانتقال بتغير الطاقة الحرة $F=H-ST$ حيث :

H الطاقة الكلية , S الانتروبية , T درجة الحرارة

وعندما تتغير الطاقة الحرة للمنصهر F_L و المتجمد F_S مع تغير درجة الحرارة يتساوى مقدار الطاقة للمنصهر و الجامد عند درجة الحرارة mT , حيث يكون المعدن عند mT أكثر استقرار و تستمر عملية البلورة كلما كان هناك فرق في الطاقة ΔF .

$$\Delta F_V = F_S - F_L / V$$

حيث : V حجم البلورة المتكونة

و يمكننا تصور عملية التبلور بتخيل جزيئ في داخل بلورة مثالية عندما ترتفع درجة حرارتها بواسطة مصدر حراري خارجي , فعند وصول البلورة إلى درجة حرارة cT ينقطع الرابط بين الجزيئ وما حوله فجأة و لحظيا يحدث ذالك لجميع الجزيئات في البلورة فتنفصل الجزيئات عن بعضها و تفقد هيكلها البلوري مكونة سائلا (توزيع الجزيئات عشوائي) , بعدها تتم عملية التبريد من درجة الحرارة mT إلى غاية الحصول على البلورة .

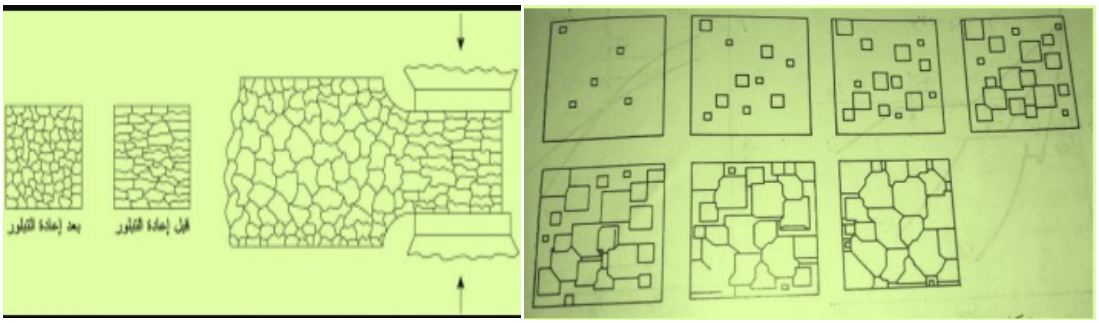
بين بداية عملية التبلور عند درجة الحرارة cT و عند درجة حرارة التبريد mT يكون هناك فرق في الطاقة $T\Delta$ حيث :

$$T\Delta = mT - cT$$

و تصف الديناميكا الحرارية تلك العملية بان تحول المادة الصلبة المتبلورة إلى السيولة بسبب زيادة الانتروبية **S** حيث تزيد العشوائية و تغلب على الانتالبية **H أي** قوى روابط بين جزيئات حيث :

$$\mathbf{T(S_L - S_s) > (H_L - H_s)}$$

تحدث تلك العملية عند درجة حرارة مرتفعة و عند التبريد السريع تنخفض **S** , فتتشابك الجزيئات و تتخذ شكلا بلوري و نحصل على بلورة جديدة أكثر استقرارا .[1][8]



الشكل -2- رسم تخطيطي لعملية بلورة معدن

3- السبائك -

هي مزيج من عنصرين أو أكثر شرط أن يكون احدهما فلز , تحدث هذه العملية بواسطة تصلب المكونات المصهورة و تكون إما معدنية أو غير معدنية .

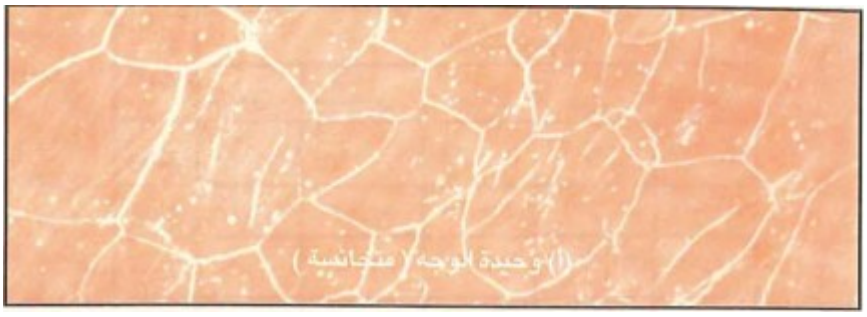
لها بريق معدني قابلة للسحب و الطرق ناقلة جيد للكهرباء و الحرارة .[15]

3-1-خواص السبائك

- قابلية كبيرة للتشكل و الطي
- لها خاصية توصيل الكهرباء و الحرارة
- بريق ولمعان عندما تصقل
- تتميز بالقساوة و المتانة
-كثافتها أعلى من كثافة الماء

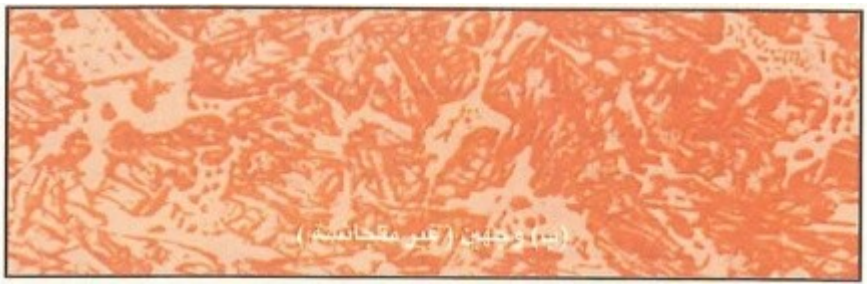
3-2 أنواع السبائك

وحيدة الوجه : يكون التركيب البنائي الداخلي لسبيكة متجانس في كامل المقطع



الشكل -3- صورة لسبيكة متجانسة

ثنائية الوجه : يكون هناك تركيبان مختلفان لسبيكة أي غير متجانس



الشكل-4- صورة لسبيكة غير متجانسة

3- 3-طرق تكوين السبائك:

1- تتم عملية تحضير السبائك بطريقة عملية تتضمن :

عملية الصهر والصب لتحضير السبيكة.

نتطرق إلى كيفية تصلب معدن كمثال عن هذا ندرس تصلب سبيكة ألمنيوم .

تتم عملية تكوين سبائك داخل فرن غازي إذ يتم تسخين بودقة خزفية بحدود (500 درجة مئوية)

لمدة 25 دقيقة و صهر قطع صغيرة من المعدن الأساس الألمنيوم و بنصف الكمية الوزنية نضيف عنصر الحديد بشكل قطع مع تحريك المنصهر بواسطة قضيب خزفي ليذوب في المنصهر و يتجانس بعدها .

أضيفت أيضا للمنصهر قطع الفناديوم و سيلكون و زركنيوم تباعا مع استمرار تحريك المنصهر لضمان حصول التجانس ثم أضيفت الكمية المتبقية من قطع ألمنيوم غلفت العناصر المضافة للمنصهر برقائق ألمنيوم قبل إضافتها ضمان لدخول المنصهر و انغمازها قبل ملامستها أوكسجين .

يستغرق وقت الصهر حوالي ساعة ثم عملية الصب سريع في القالب يسخن القالب مسبقا لضمان اندماج المنصهر عند ملامسته جدار القالب ثم تجرى عدة اختبارات كيميائية و فيزيائية للعينة .

2 - الاختبارات الميكانيكية والفيزيائية وتشمل صقل العينة و المعالجة الحرارية وقياس الصلادة و كذالك قياس كثافة السبائك المحضرة و فحص بنيتها المجهرية .[22]

الشكل-5- صورة لقالب التصلب

4- بعض خصائص المعادن (الألمنيوم AL, الزركنيوم Zr ,النحاس Cu) -

1-**النحاس** هو معدن صلب رمزه الذري **Cu ,** ذو لون اصفر محمر من المعادن غير حديدية له عدة خواص منها موصل جيد للكهرباء و الحرارة قابل للتشكل ويتميز بمقاومة عالية ضدد الصدأ.[13]

استخداماته **:** - أعمال البناء

- في ميدان الطب

- المعدات الصناعية

- منتوجات كهربائية

الشكل-6- صورة لمعدن النحاس

2 -ألومنيوم هو معدن صلب رمزه الذري **AL ,** ذو لون ابيض فضي هو الآخر من المعادن الغير حديدية يعتبر هو الثالث من حيث الوفرة في العالم , يمتاز بموصلية جيد للكهرباء له قابلية للطرق و السحب و أيضا مقاوم للصدأ و يتآكل بفعل الظروف الخارجية **.[13]**

استخداماته : - التعبئة و التغليف

- في أغراض البناء و تشيد

- منتجات كهربائية و الكترونية

- صناعة قطع غيار السيارات

الشكل-7- صورة لمعدن الألمنيوم

3- **الزركنيوم** معدن صلب رمزه الذري r Z ذو لون رمادي , هو معدن خام موجود بشكل طبيعي يمتاز بمقاومة الحرارة و التآكل و أيضا قابل للطرق و السحب .[13]

استخداماته : - طلاء أجزاء التي تحتوي على أعمدة الوقود و المفاعلات النووية

- بطانات الأفران و أواني صهر الفلزات

الشكل -8- صورة لمعدن الزركنيوم

الجدول 1 بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للعناصر:

المعدن / الخاصية	**Cu النحاس**	**AL الألومنيوم**	**Zr الزركنيوم**
الكثافة عند درجة حرارة الغرفة	8.94 $g.cm^2$	2.70 $g.cm^2$	6.52 $g.cm^2$
نقطة الغليان	2562 ° c	2519 ° c	4409 ° c
نقطة الانصهار	1357.77 kJ /mol	10.71 kJ /mol	14 KJ/mol
حرارة التبخر	300.4 KJ /mol	294.0 kJ/ mol	537 KJ/mol
السعة الحرارية (عند 25°)	24.440 J /mol.k	24.200 J/ mol.k	25.36J/mol.k
المقاومة الكهربائية	(20°)16.78 nΩ.m	(20°)28.2 nΩ.m	(20°)421 nΩ.m
الناقلية الحرارية	(300k)401 w /m.k	(300k)237 w/m.k	(300k)22.6 w/m.k
التمدد الحراري	(25°)16.5µ m/m.k	(25°)23.1µ m/m.k	(25°)5.7µ m/m.k

5- طرق تعيين البنية البلورية للمادة

يمكن التعرف على التركيب البلوري لمادة ما و دراسة الترتيب الذري في الشبكية البلورية أو حتى تصويره , باستخدام أشعة ذات طول موجي يقع في حدود المسافة البينية للذرات و التي تصل لبضعة انجستروومات (A °=10) و انسب الموجات لهذا الاستخدام هي موجات الأشعة السنية و الموجات المصاحبة للالكترونات و النيترونات للحصول على تفاصيل جيدة للشبكة البلورية .

وكما نعلم أن لحيود الضوء زاوية تتعلق بشكل رئيسي بتغير البنية البلورية و بطول موجة الحزمة على البلورة , و لمعرفة طول الموجة نستخدم المعالجة بالأشعة السنية إلى جانبها مطيافية الرنين .[12]

5-1 - انعراج الأشعة السنية RX

الأشعة السنية هي أشعة كهرومغناطيسية عالية التردد وذات طاقات فوتونية في مجال 100 إلكترون فولط , تستخدم لدراسة طبيعة التفاعلات وهي المصدر الرئيسي للمعلومات عن بنية البلورات لأنها تمتع بطيف واسع من الأطوال الموجية و تتناسب تماما مع كافة الأبعاد الذرية في الجامد , اكتشفها العالم الانجليزي رونتجن سنة 1895

الشكل -9- صورة لجهاز إنتاج الأشعة السينية (RX)

2-5- مبدأ الأشعة السنية RX

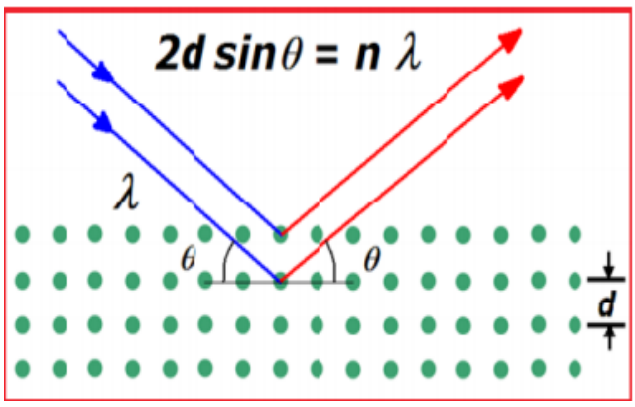
عند توجيه حزمة ليزر أحادية الطول الموجي نحو المادة المدروسة (العينة) متعدد البلورات , جزء من هذه الحزمة ينفد و الآخر ينعكس عن طريق المستويات الذرية للبلورات في اتجاهات معينة و بشدات مختلفة وهذا تبعا لتوجيه المستويات و عددها , في الواقع الموجات المنعكسة تتداخل مع بعضها تداخل بناء و تقاس بالكاشف .

♦♦ قانون براغ

تمكن براغ من فرض نموذج ابسط للبنية البلورية بواسطته يمكن تحديد اتجاه حيود من بلورة عندما تسلط عليها اشعة (Rx) , و أوضح أن انعكاس كلي للأشعة السنية يكافئ ظهور الحيود أو يعتبر جزء منها حيث λ تكون طول الموجة الساقطة , و البنية البلورية تتألف من مستويات أو شرائح ذرية متوازية لها مسافة بينية d و n عدد صحيح لطول الموجة و زاوية ميل θ .

ومنه قانون براغ للانعكاس $2d\sin\theta = n\lambda$

حيث شرط انعكاس براغ $\lambda < 2dhkl$



الشكل-10-رسم تخطيطي لظاهرة الانعكاس

5 -3- مطيافية رمان

هي احد التقنيات الطيفية المستخدمة لدراسة أنماط الاهتزاز من اجل معرفة التركيب البلوري لمادة ما تعتمد على ظاهرة التبعثر المرن للضوء .

أولا يجب تغيير قابلية استقطاب الجزيئات , يتم فيها تعريض العينة إلى إشعاع أحادي اللون عادة يكون ليزر يحوي طيف تردد المادة بالإضافة إلى تردد الضوء الذي تم الإشعاع به , أي تبعثر على ترددات إضافية تكون هذه الطاقة الداخلية ناتجة عن التذبذب و الاهتزازات الكمومية و تظهر ما تسمى خطوط ستوكس . يحدث انتقال للطاقة من المادة إلى الضوء ويسمى انزياح ضدد ستوكس و انتقال الطاقة من الضوء إلى المادة يسمى انزياح ستوكس .

6- **المجاهر المستخدمة في دراسة البنية البلورية**

6- 1 - المجهر الالكتروني : جهاز له قدرة تكبير عالية جدا ظهر سنة 1931, يستخدم في دراسة سطوح المواد له قدرة تكبير ملايين المرات بقدرة 400 طاقة تكبير.[14]

قام العلماء بتطوير الجهاز لنستطيع من خلاله رؤية الأجزاء الصغيرة التي لا ترى بالعينة المجردة وله نوعان :

- مجهر الكتروني النافذ : يكبر العينة 2.5 مليون مرة يستخدم فيه حزمة الكترونات له نفاذية فائقة.

- مجهر الكتروني الماسح : يكبر العينة 100.000 مرة يستخدم طلاء على العينة لمشاهدة التكبير .

مكونات المجهر الالكتروني الماسح :

1. مدفع الكترونات : سلك من تنجستن لبعث الالكترونات

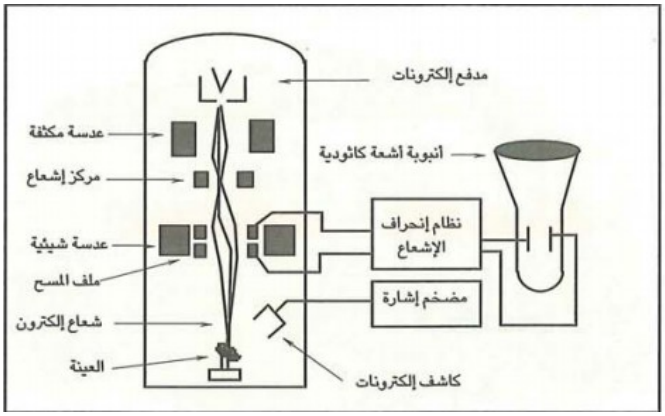
2. عدسة مغناطيسية : تتحكم في شكل شعاع الكترونات وهناك عدسة مكثفة لتحديد قطر وشدة الشعاع , وعدسة شيئية لتكبير الصورة

3. ملفات المسح : لتحكم في مسار شعاع الكترونات

4. قاعدة تثبيت العينة

5. كاشف الكترونات : يثبت فوق العينة لاستقبال الكترونات المرتدة على سطحها

6. أجهزة أخرى : مضخم إشارة , أنبوب اشعة كاثودية



الشكل -11- رسم تخطيطي لمكونات المجهر الكتروني الماسح

2-6- المجهر الضوئي المركب : نوع من المجاهر الأكثر شيوعا و استخداما , حيث يستخدم ضوء المرئي و نظام العدسات لتكبير , ظهر أول مرة على شكل مجهر ضوئي بسيط به عدسة واحدة ثم تم تطويره .[24]

- مكونات المجهر الضوئي المركب

1. العدسة العينة : يتم من خلالها الرؤية وتقع في أعلى الاسطوانة قوة تكبير هذه العدسة(10X)

2.العدسة الشيئية : مجموعة من العدسات من 3 الى 4 متصلة بالقرص تتفاوت في قوة تكبيرها

3.المنضدة : سطح وضع العينة

4. الحجاب الحدقي : يتم من خلاله تنظيم كمية الضوء الواصلة الى العدسة الشيئية

5. مصدر الضوء : تستخدم مرآة لعكس الضوء و توجيهه إلى الشريحة أو ضوء

6. الذراع : هي الدعامة المستخدمة لحمل العينة

7. الضابط الكبير : يستعمل من اجل التحكم في المسافة مابين العدسات الشيئية و المنضدة

8. الضابط الصغير : يستعمل للحصول على تفاصيل دقيقة من العينة

الشكل-12- يمثل صورة للمجهر الضوئي المركب

الفصل الثاني
التبادلات الحرارية في المادة

المقدمة

تعرف الكهرباء الحرارية أو التحويل الحراري على انه مصدر للطاقة المتجددة الحديثة , و يوصف على انه ظاهرة فيزيائية يتم فيها انتقال الحرارة من مصدر أعلى حرارة إلى الأقل حرارة عن طريق الالكترونات أي حركة الالكترونات داخل المادة , وهي تعتمد أساسا على بعض الخواص التي تساهم في تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية.

و سنتطرق في هذا الفصل إلى دراسة نظرية حول أهم خصائص العينة المدروسة وكذالك التأثيرات الحرارية و خواص الناقل الحراري

1 - كمية الحرارة

هي الطاقة الحرارية التي تنقل من جسم ساخن إلى جسم اقل سخونة و يعود مصدرها في المادة إلى :

الطاقة الحركية لمختلف الجسيمات المكونة للمادة (ذرات , الكترونات, جزيئات) وأيضا الطاقة الكامنة الناتجة عن التأثير المتبادل بين الجسيمات و تعطى بالعلاقة التالية :

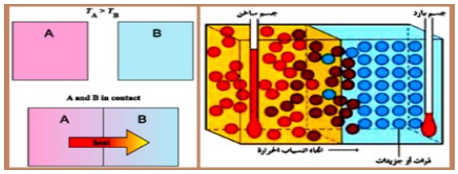
$$Q=mxCx\Delta t \quad \ldots\ldots$$ حيث :

Q كمية الحرارة , m الكتلة , C السعة الحرارية , Δt الفرق في درجة الحرارة [18]

2 -الانتقالات الحرارية

I. 2- 1- مفهوم انتقال الحرارة

هي عبارة عن ظاهرة فيزيائية تتم بين جسمين مختلفين في درجة حرارة داخل حجرة مغلقة ومعزولة عن الوسط الخارجي , أي عند تلامس الجسمين يحدث تبادل الطاقة الحرارية بعد فترة زمنية يصبحا الجسمين في حالة توازن [18]



الشكل- 13 - صورة لكيفية انتقال الحرارة

2 - 2 - طرق انتقال الحرارة

تنتقل الحرارة تلقائيا من جسم درجة حرارته مرتفعة إلى جسم درجة حرارته اقل من الأول و نفس الشيء يقع بين جسم الإنسان و محيطه , كالتسخين شتاء و التبريد صيفا .[17]

الشكل -14- صورة لطرق انتقال الحرارة

1 - التوصيل الحراري :

هو انتقال الطاقة من الجزيئات الأكثر نشاطا إلى الجزيئات اقل نشاطا لمادة معينة , نتيجة التفاعل الفيزيائي بين جزيئتها حيث أن للجزيئات حركة انتقالية عشوائية و حركة دورانية و اهتزازية , فمثلا لدينا قضيب و يد الإنسان .

♦♦ العوامل المؤثرة على انتقال الحرارة بالتوصيل :

- طول القضيب و مساحته
- نوع المادة الصلبة
- فرق درجة الحرارة وكذالك الزمن

2 - الحمل الحراري :

تحدث الظاهرة بين سطح مائع و متحرك أو بين سطحين بوجود وسط بينهما , يمكن تصنيف انتقال الحرارة بالحمل تبعا لطبيعة الجريان وهو نوعان :

- الأول يسمى الحمل القسري وهذا النوع يحدث عندما تتحرك جزيئات المادة المسخنة تحت تأثير مصدر خارجي كالرياح ,

و الثاني حمل حر (طبيعي) يحدث عندما يتحرك المائع (الهواء أو الماء) أي تنقل جزيئات المادة الحارة نتيجة اختلاف الكثافة

الشكل -15- صورة لانتقال الحرارة بطريقة الحمل

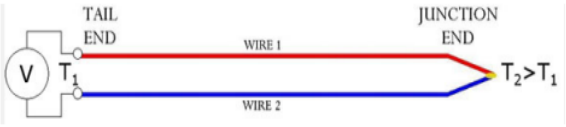
3 **- الإشعاع الحراري :**

هو انتقال الطاقة مباشرة بين المادة و المصدر , أي عندما يتعرض جسم لإشعاع كالشمس فانه يمتص الإشعاع أو ينعكس عن سطحه أو ينفذ من خلاله , ولا تحتاج هذه الطريقة إلى وسط مادي على خلاف طرقتين سابقتين

2 -3 - المزدوجة الحرارية

عند توصيل سلكين معدنين مختلفين ببعضهما ,نترك إحدى الوصلتين عند درجة حرارة T_1و الوصلة الثانية عند T_2 فانه يتولد اختلاف حراري بين طرفي المزدوجة و يتكون توتر كهربائي تناسبي للحرارة المارة لكل من الفلزين , فزيادة حرارة المعدن تولد تيار كهربائي اكبر .

تكون الحرارة المارة في كلا المعدنين مختلفة عن بعضها فيصل إلى طرف الآخر تياران مختلفان فيتولد جهد كهربائي , تستخدم المزدوجات الحرارية كأجهزة لقياس درجة الحرارة و الكشف عن الإشعاع الحراري.[28]



الشكل - 16- صورة لمزدوجة حرارية

♦♦ القوانين الأساسية لاستخدام الازدواج الحراري

- تداخل المادة : وجد عمليا أن إدخال فلز ثالث في دائرة ازدواج حراري مكون من فلزين معينين لا يؤثر على القوة الكهروحرارية للازدواج و التوتر المتولد , إنما يكون العامل المؤثر الوحيد هو الفرق بين درجة حرارة الوصلة الساخنة و درجة حرارة الوصلة الباردة
- تجانس المادة : يشترط أن يكون الازدواج الحراري مصنوع من مادتين مختلفتين
- قانون درجة الحرارة البينية : يقصد بها درجة الحرارة بين درجتي الحرارة T_2T_1 **أي** عند قياس التوتر المتولد من T_1 و T_2 و التوتر المتولد من T_3T_2, فان التوتر المتولد من الازدواج عندما تكون الوصلتين بين T_3T_1 يساوي مجموع التوترات السابقين

$$V_{1-3} = V_{1-2} + V_{2-3}$$

2- 4 - التأثيرات الحرارية

إن تحويل الحرارة مباشرة إلى طاقة كهربائية تحويلا عكوسا يتم بثلاث ظواهر مترابطة اثر بيلتيه و سيباك و طومسون .

2 -4-1- ظاهرة سيباك :

يعرف اثر سيباك بأنه القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ازدواج حراري أي وصلتين (B,A),عند تسخين إحدى وصلتيه مع بقاء الأخرى باردة وتتوقف القوة الدافعة الكهربائية على مادتي الازدواج الحراري وكذالك الفرق بين درجتي حرارة الوصلتين,وأوضحت التجارب أن القوة الدافعة الكهروحرارية متناسبة مع الفرق بين درجة حرارة الوصلتين.

$$V_T = S(T_T)$$

S قوة الدافعة الكهروحرارية النوعية أو معامل سيباك و ترتبط بدرجة الحرارة و مادة توصيل وتعطى بالعلاقة $S = dV_T/dT$

رتب سيباك الوصلات على شكل سلسلة في الازدواج الحراري حين يمر التيار , فوجد أن الدافعة الكهروحرارية تزداد كلما كانت الوصلتين ابعد .**[30][19]**

* **القوة الدافعة الكهربائية**

هي مقدار الشغل الذي تبذله البطارية (المصدر) لنقل الشحنات الكهربائية و حركيتها داخل المصدر, أي عملية توليد الكهرباء في مزدوجة حرارية و تسمى أيضا معامل سيباك .

فإذا فرضنا شحنة كهربائية مقدارها dq مرت في دارة كهربائية مغلقة في زمن dT يكون الشغل المنجز حسب تعريف القوة الدافعة الكهربائية مساويا : $\varepsilon = dw/dT$

نقسم المعادلة على الزمن فتصبح : $dw/dt = \varepsilon dq/dT$

يستفاد من هذا الشغل في سريان التيار , أي تكتسبه الشحنة على شكل طاقة كهربائية ثم تتحول إلى حركية لتنقل الشحنة من قطب موجب إلى السالب خارج المصدر ثم تفقد هذه الطاقة في المقاومة الخارجية على شكل حرارة أو صورة أخرى للطاقة .[16]

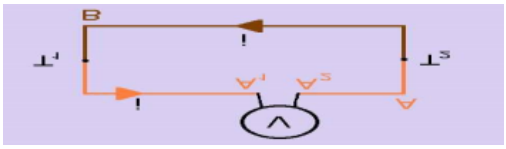
***1- أنواع مصادر الجهد**

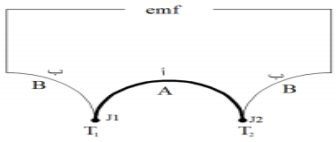
- مصدر الجهد المثالي : المصدر الذي تكون مقاومته الداخلية مهملة و عندها يكون فرق الجهد بين طرفيه مساوي للقوة الدافعة الكهربائية .
- مصدر جهد غير مثالي : مقاومته الداخلية تستهلك جزء من الطاقة على شكل حرارة و تكون موصولة على التوالي مع المصدر ,و عندها يكون فرق الجهد بين طرفيه اكبر أو اصغر من القوة الدافعة الكهربائية حسب اتجاه التيار .

2-⋆ مصادر القوة الدافعة الكهربائية

- البطاريات
- الخلايا الشمسية
- المولدات الكهربائية

تكمن أهميتها في العمل على تحريك الشحنات الحرة يعني أنها تقوم بدور المضخة .





الشكل -17 – رسم تخطيطي لظاهرة سيباك

2-4-2 ظاهرة بيلتيه :

هي ظاهرة اكتشفها العالم بيلتيه سنة 1834.

ويعرف عل انه كمية الطاقة الحرارية المتولدة أو الممتصة في وصلة من مادتين جراء مرور شحنة كهربائية في الوصلة .

إذا لاحظ انه عندما يمر تيار في ازدواج حراري مكون من وصلتين A و B , حيث إحدى هاتين الوصلتين عند درجة حرارة T_1 و أخرى T_2 فبسريان التيار في المزدوجة تنقل الحرارة من الوصلة الساخنة إلى الباردة .

أوضحت التجارب أن هذه الحرارة تتناسب طرديا مع شدة التيار و زمن مروره في الوصلة تعطى بالعلاقة التالية :

$$q = \Phi I$$

حيث Φ معامل بيلتيه , I شدة التيار

لذالك يحسب هذا معامل عادة من علاقة كلفن , و قد دلت التجارب على أن معامل بيلتيه مستقل عن شكل الأسلاك الناقلة بل يتعلق بدرجة حرارة الوصلة .وقد استفيد من اثر بيلتيه في التبريد الكهروحراري .[19][28]

3-4-2- ظاهرة طومسون :

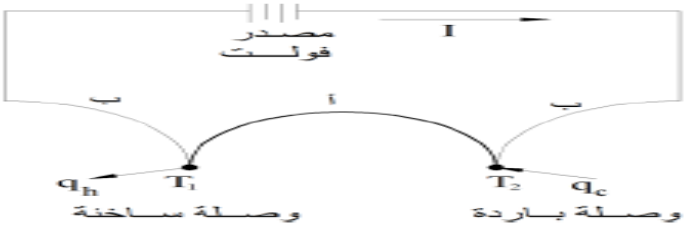
لدينا مزدوجة حرارية من وصلتين (A , B) يمر بها تيار I , تتميز هذه المزدوجة بوجود تدرج في الحرارة dT/dx على طول المعدن فيحدث بين الوصلتين إما تحرير للحرارة أو تمتص كمية من الحرارة Q_ζ تتناسب مع زمن مرور التيار تعطى بالعلاقة التالية : $Q_\zeta = \zeta I(T2-T1)$

و تكتب علاقة الحرارة المتنقلة في الموصل : $q = \zeta I Td/dX$

حيث ζ معامل طومسون

في عام 1854 حاول طومسون تفسير الاختلاف بين نتائج قياس هذه الحرارة تجريبيا وما تعطيه الدراسة الترموديناميكية النظرية , فافترض التوفيق بينهما بوجود حرارة إضافية تتولد تولدا عكوسا حين يكون هناك تدرج في درجة حرارة الناقل , إلى أن الناقل ينقلب من ناشر للحرارة إلى ماص لها عندما تتغير جهة التيار أو جهة تدرج الحرارة . فتولد قوة محركة كهربائية منشؤها هذا التدرج.

و نظر لصغر كمية الحرارة التي تصاحب اثر بيلتيه و التعقيدات الناجمة عن وجود اثر جول الحراري و طومسون فان من الصعب قياس معامل بيلتيه قياس دقيقا لوحده . [28][19]



الشكل -18- رسم تخطيطي لظاهرتي بيلتيه و طومسون

2-5- المعاملات الفيزيائية للناقل

-1- الحركية الكهربائية μ :

حركية حاملات الشحنة (الالكترونات و الثقوب) هي عامل مهم و مؤثر على ظاهرة التوصيل الكهربائي , بحيث الزيادة في هذا العامل يؤدي إلى تحسين الخصائص الكهربائية للناقل .

-2- المقاومة الحرارية R :

نسبة فرق درجة الحرارة بين وجهي عينة الاختبار إلى معدل تدفق الحرارة لكل وحدة مساحة عبر الوجهين وهي تماثل المقاومة الكهربائية عند مرور التيار الكهربائي في الناقل.[22]

-3- المقاومية الكهربائية ρ :

هي الممانعة التي يلاقيها التيار الكهربائي أثناء مروره في موصل , فتحول الطاقة الكهربائية إلى حرارية أو ضوئية أو أشكال أخرى و هي مقلوب الناقلية و تساوي $\rho=1/\delta$ وحدتها Ω

قيمة المقاومية تعتمد على نوع المادة فالمواد التي لها مقاومية ضعيفة لها ناقلية جيدة و العكس .[22]

تتعلق المقاومية بالحرارة و الحقل الكهربائي وهي تمثل ميزة للمادة الناقلة , كذالك تتأثر بعدة عوامل منها :

- تأثير درجة الحرارة : تتغير قيمة المقاومية عند رفع درجة الحرارة وذالك بزيادة احتمال اصطدام الكترونات الحرة بالذرات لمادة ما
- تأثير الحقل الكهربائي المطبق : عند تطبيق حقل كهربائي عالي يلاحظ تناقص المقاومية يفسر هذا بزيادة الالكترونات عند القطبين و تواجد عيوب و شوائب في المادة العازلة
- تأثير طبيعة الأقطاب : للحصول على قيم جيد للمقاومية يجب التصاق الأقطاب بصفة جيدة مع سطح المادة فأي تسرب للهواء بين قطب و سطح يؤثر على النتائج ومن الأحسن قياس المقاومية في غرف خالية من الهواء للحصول على نتائج أكثر دقة تجنبا للمقاومية العالية للهواء
- الشوائب : تزيد من قيمة الناقلية مهما كانت قيمتها ضئيلة
- طبيعة المعدن

-4- الناقلية الحرارية :

هي كمية الحرارة متنقلة عبر وحدة مساحة خلال وحدة زمن داخل المادة عند وجود تدرج حراري , أي انتقال الالكترونات الحرة و تعتمد على توجه الجزيئات الداخلي و الحجم البلوري و كذالك اهتزازات الذرات , و عندما تكون حرارة الجسم (المادة) تساوي حرارة الوسط تنعدم الناقلية . في الأجسام ضعيفة المقاومية تكون جيدة التوصيل و العكس بالنسبة للمواد ذات مقاومية عالية .

يعتبر التوصيل الحراري ترجمة لعملية انتشار الفوتونات من مناطق ساخنة إلى باردة و يعبر عنه بالعلاقة :

$$Q=k(dT/dx)$$

حيث Q هي كمية الطاقة الحرارية و k معامل الناقلية الحرارية

(dT/dx) الميل الحراري بين نقطتين درجتي حرارتيهما dT و يبعدان عن بعضها مسافة dx .[13]. [24]

-5- الناقلية الكهربائية :

هي خاصية مميزة للمادة و تعبر عن قدرة المادة لتوصيل التيار الكهربائي (نقل الشحنات الكهربائية داخل المادة) و تساوي النسبة بين كثافة التيار الكهربائي في الموصل و المجال الكهربائي و تعطى بالعلاقة :

$$\delta = J / E$$

عندما تزداد درجة حرارة المعدن تكتسب الكترونات الناقلة طاقة حركية فتزداد اصطدامها بالشبكة البلورية مما يعيق حركتها تنخفض ناقليتها الكهربائية أو يمكننا القول أن المقاومية للمعادن تزداد بزيادة درجة حرارته في درجات المتوسطة من الحرارة [13].

تتأثر الناقلية الكهربائية بعدة عوامل منها :

- درجة الحرارة
- العيوب البلورية و الشوائب
- الإشعاعات الكهرومغناطيسية

3 - الانتقال الالكتروني

3-1 - الانتقالات الالكترونية في المادة

في الفيزياء تغير انتقالية الإلكترون أو حركية الإلكترون كمية ترتبط بسرعة انجراف الالكترونات و المجال الكهربائي المسلط عبر المادة

وفي أشباه الموصلات يمكن تطبيق حركة الالكترونات على الثقوب , حيث تتحرك كل من الالكترونات و الثقوب حركة عشوائية في غياب المجال الكهربائي المسلط لذالك إذا تم اخذ متوسط الحركة خلال الزمن سوف لا تكون هناك حركة محصلة لحاملات الشحنة بأي اتجاه محدد.

لكن إذا طبقنا مجال كهربائي تتسارع الالكترونات في اتجاه معاكس , يحدث تباطؤ الكترونات نتيجة التصادمات .[13]

الفصل الثالث

التركيب التجريبي والنتائج المحصل عليها

المقدمة

سنتطرق في هذا الفصل إلى دراسة كهروحرارية لعينة من سبيكة$Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ذات الخصائص الفيزيائية حيث يتم قياس المقاومية الكهربائية و الناقلية الحرارية بدلالة درجة الحرارة و باستخدام برنامجLabview الذي يسهل عملية برمجة قياس الخصائص التجريبية للمعادن والعديد من الخلائط مع التحسس لأي تغيرات ناتجة عن عملية القياس عن عمل، وفي الأخير يتم تجميع كل النتائج التجريبية المتحصل عليها في ملفات ومجلدات خاصة على حاسوب البرمجة.

1 المبدأ التجريبي

1 -1- أبعاد العينة

تم تحضير عينة السبيكة المعدنية من ثلاثة معادن هي : الألمنيومAL,النحاسCu,الزركنيومZrأين تمت جميع خطوات التجربة في مخبر المواد المكثفة بجامعة ماتز الفرنسية، حيث كانت أبعاد العينة كالتالي:

الطول9.76 cm

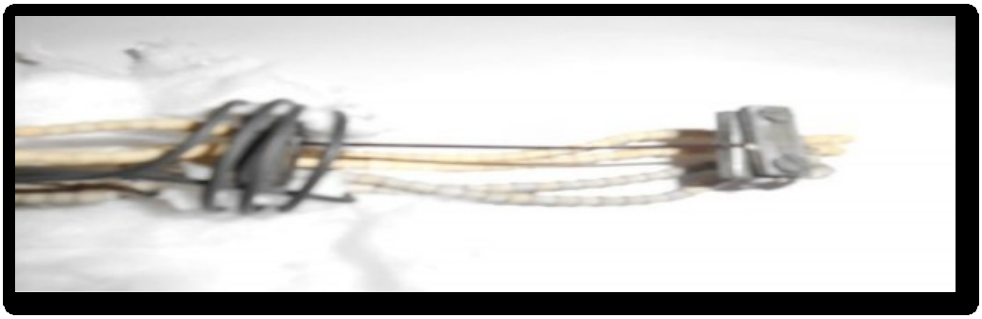
العرض0.141 cm

السمك 0.00292cm

الشكل-19 - صورة للعينة قبل المعالجة

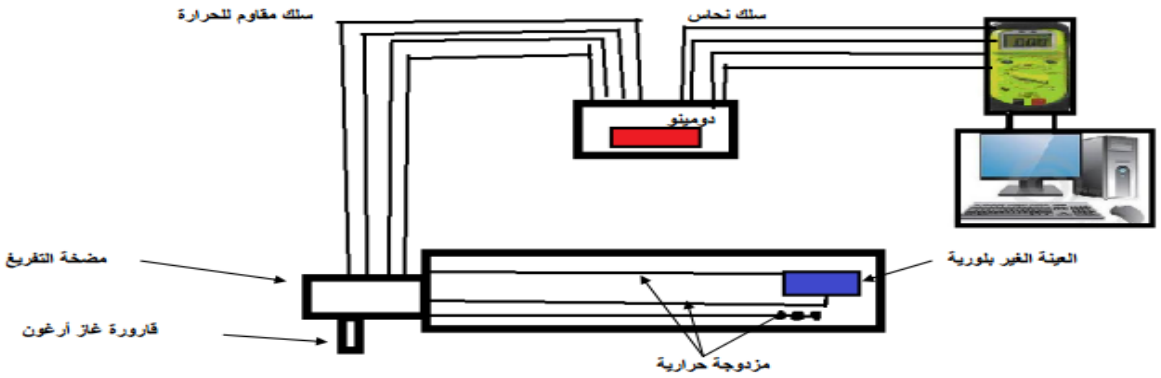
1-2- طريقة العمل :

تمت التجربة بواسطة فرن خاص ذو درجة تحمل قصوى تقدر بـ 1200 °c أين وضعت العينة المدروسة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ فيه بشروط تم فيها احترام معايير القياسات وذلك باستخدام المزدوجات الحرارية من نوع K وذلك خلال جميع مراحل التجربة، ثم تم تغير درجة حرارة الفرن من الدرجة الاعتيادية تقريبا 23 °c إلى غاية الدرجة 950°c , تعتمد هذه الطريقة في القياس على استحداث فرق في درجة الحرارة بين طرفي العينة,فلقياس الناقلية الحرارية للسبيكة نحدث فرق في درجة الحرارة على طرفي العينة بعد ربطها بالمسخن الحراري على أحد الأطراف أما الطرف الثاني فيخضع فقط لحرارة الفرن وبدون تسخين إضافي، حيث يولد هذا التدرج في الحرارة قوة دافعة كهربائية تظهر فرق في الجهد على طرفي العينة المدروسة هذه الأخير والذي من خلاله نستطيع معرفة المقاومة الحرارية في أي زمن شئنا. فقياس المقاومية الكهربائية يعتمد على استخدام عدة طرق منها طريقة الالكترودات(méthode avec électrodes) التي تسهل لنا التحكم في الخصائص الكترونية للسبائك , تعتمد هذه الطريقة على تحديد مقاومة العينة السائلة عن طريق الفولطمترية الكلاسيكية حيث نقوم بقياس الفرق في الكمون بين طرفي المقاومة المجهولة R_m مع ربطها بمقاومة مرجعية R_e ربطا متسلسلا أين يمر نفس التيار الكهربائي عبرها .



الشكل-20- صورة للعينة أثناء المعالجة

2 التركيب التجريبي



الشكل -21- يمثل رسم تخطيطي لتركيب التجريبي المستخدم

يستعمل في هذا العمل برنامج قياس متطور labviewحيث يترجم المعطيات إلى منحنيات مع استعمال وسائل حديثة مثل نظام keithley ,xpعوضا عن البرامج القديمة.

Labview:برنامج جديد متطور يسهل دراسة المعطيات التجريبية و تفسيرها بكل سهولة

Keithley:جهاز متعدد القياسات (فولطمتر,اومبيرمتر, اوم متر)

يحتوي التركيب التجريبي على :

فرن حراري:يستعمل الفرن لتتبع قياس المقاومية الكهربائية و كذلك الاستطاعة الكهروحرارية للسبائك خلال التغير في درجة الحرارة، وذلك في وجود شرط الاستقرار الحراري و التجانس في درجة الحرارة (توزيع منتظم لدرجة الحرارة).

يتكون الفرن المستعمل في الدراسة من أنبوب مركزي مصنوع من مادة جد مقاومة لدرجة الحرارة محاطة بأسلاك من العناصر السخنة (les éléments chauffants)،و الكل محاط بأنبوب اكبر من الأول ثم أنبوب ثالث اكبر من السابقين مصنوع من الحديد (Acier), درجة تحمل الفرن تصل إلى 1200°C صالح من أجل قياس جميع الخصائص الكهروحرارية للسبيكة .

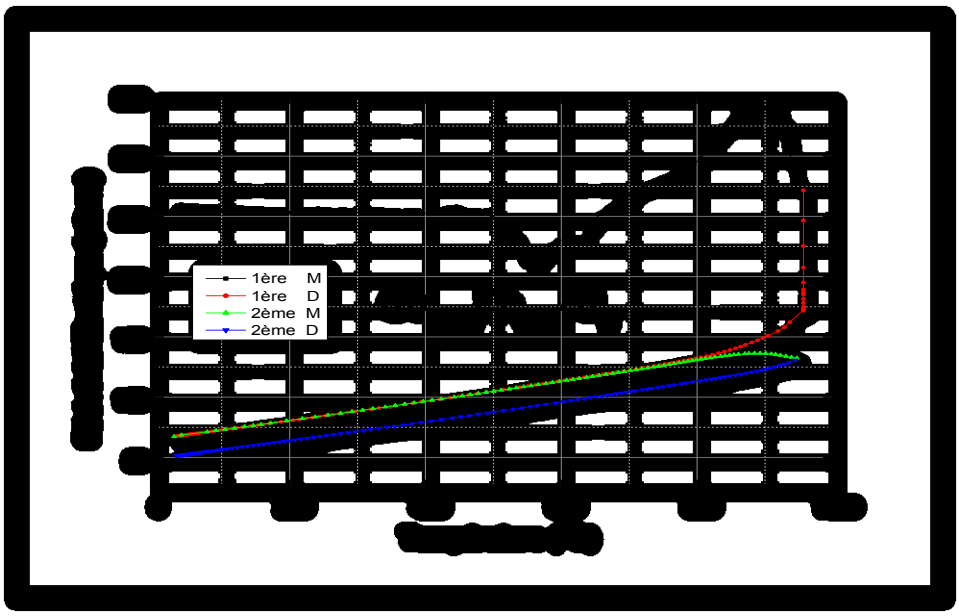
- **مضخة تفريغ :**لأجل طرد الغازات في الهواء حول العينة تفاديا لحدوث أكسدة أو أي تفاعل خارجي عند ارتفاع درجة الحرارة .

- **قارورة غاز أرغون (Argon):**هو غاز خامل يستعمل في عملية تفريغ الأنبوب المصنوع من الكوارتز (حامل للعينة) من جميع الشوائب
- **عاكس اتجاه التيار (inverseur du courant):**جهاز محلي الصنع في المخبر الهدف منه هو تغيير اتجاه التيار الكهربائي عند مروره عبر العينة في عملية قياس المقاومية الكهربائية و ذالك لإجراء عملية مسح لكلا الاتجاهين
- **المزدوجة الحرارية(les thermocouples):** عبارة عن سلكين من معدنين مختلفين حيث يتصل السلكين في نهاية كل طرف , تعتمد في عملها على توليد القوة الدافعة الكهربائية نتيجة لاختلاف درجتي الحرارة للنهايتين المتصلتين

و للتحكم في الضغط استعملت مجموعة من النانومتر بالإضافة إلى مولد تيار الكهربائي و جهاز حاسوب للتحكم في مراحل التجربة.

3 النتائج المتحصل عليها

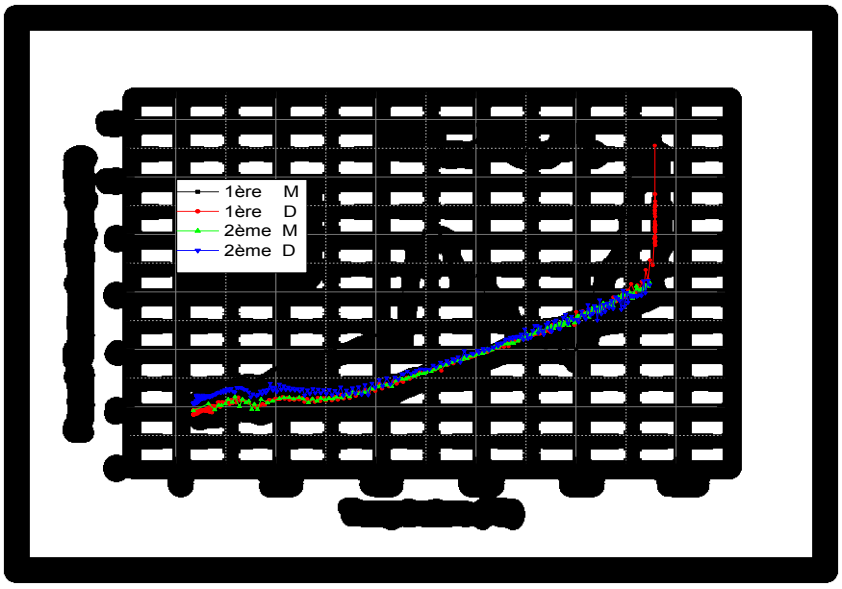
الدراسة الكهروحرارية



الشكل -22-يمثل منحنى المقاومية الكهربائية لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$بدلالة درجة الحرارة

3-1- المقاومية الكهربائية المتحصل عليها لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$

من خلال ملاحظتنا للمنحنيات الموضحة في الشكل(21) لاحظنا في الصعود الأول لدرجة الحرارة (ذو ألون اسود)من درجة الحرارة الاعتيادية (درجة حرارة الغرفة)إلى بالتقريب950°Cبخطوة مقدرة ب .0.5°C/mأن قيمة المقاومية بدأت للوهلة الأولى بـ 260µΩ.cmحيث بقيت ثابتة إلى أن لاحظنا أول تغير في الطور عند درجة الحرارة 500°Cفكانت قيمة المقاومية عندها250µΩ .cmثم تنزل قيمتها إلى223 µΩ.cm عند درجة الحرارة 550° c بعدها ارتفعت قيمة المقاومية مباشرة إلى 340µΩ.cmعند درجة الحرارة **950°c,**في هذه اللحظة نقوم بعملية التبريد حفاظ على العينة و الجهاز و كذالك دقة النتائج عند درجة الحرارة الاعتيادية 25° c فنلاحظ ابتداء من هذه اللحظة نزول قيمة المقاومية من 340µΩ.cm إلى 175µΩ.cm(نزول أول خط احمر)بعد برود العينة تماما نعيد رفع درجة الحرارة إلى950°cفنلاحظ تطابق منحنى النزول الأول مع الصعود الثاني(خط اخضر) ما يفسر أن العينة لم تعد إلى مسارها الأول (خط اسود) أي أنها انتقلت من حالة اللابلورية إلى الحالة البلورية ,ويؤكد أيضا المنحنى الأزرق استمرار في نزول إلى غاية وصول قيمة المقاومية إلى50 µΩ.cm عند درجة حرارة الغرفة 25°c .



الشكل-23-يمثل منحنى معامل سيباك لسبيكة$Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$

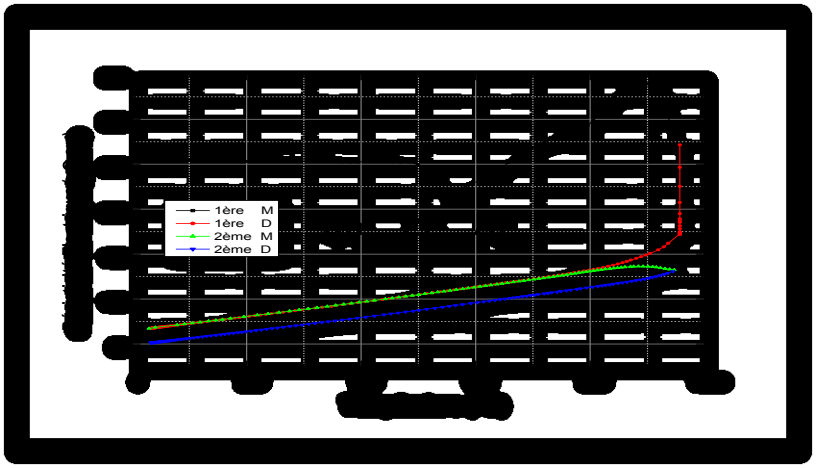
2-3- القوة الدافعة الكهروحرارية(معامل سيباك)المتحصل عليها $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ لسبيكة

من خلال ملاحظتنا للمنحيات الموضحة في الشكل(22) نجد أول قيمة يتخذها معامل سيباك هي 2.5kv/µ في منحنى الصعود الأول(لون اسود) عند درجة حرارة الاعتيادية 25°c بخطوة مقدرة ب0.5°c/m, بعدها نلاحظ تزايد في معامل سيباك إلى أن تاخد القيمة **4.5**kv/µ عند درجة الحرارة 450°c و مباشرة تزداد قيمة المعامل وصولا إلى8.3µv/k عند درجة الحرارة 520°c ثم تنخفض قيمة معامل سيباك إلى6µv/k عند درجة الحرارة 580°c ثم نلاحظ تذبذب طفيف بين زيادة ونقصان إلى أن تنخفض قيمة معامل سيباك إلى**3.9**µv/k عند درجة **790°c** نفسر هذا التذبذب بداية تغير طور العينة ,بعدها يستمر المنحنى في الصعود إلى أن تصل قيمة سيباك إلى11.9kv/µ عند درجة الحرارة **950°c ,** في هذه اللحظة نقوم بعملية التبريد عند درجة الحرارة الاعتيادية للحفاظ على العينة و الجهاز, فنلاحظ بداية انخفاض معامل سيباك (خط احمر)حتى تصل قيمته إلى6kv/µ عند درجة الحرارة 950,و لنتأكد أن العينة قد أصبحت في حالة بلورية نعيد رفع درجة الحرارة بعد التبريد من الحرارة الاعتيادية إلى950°c فنلاحظ تطابق

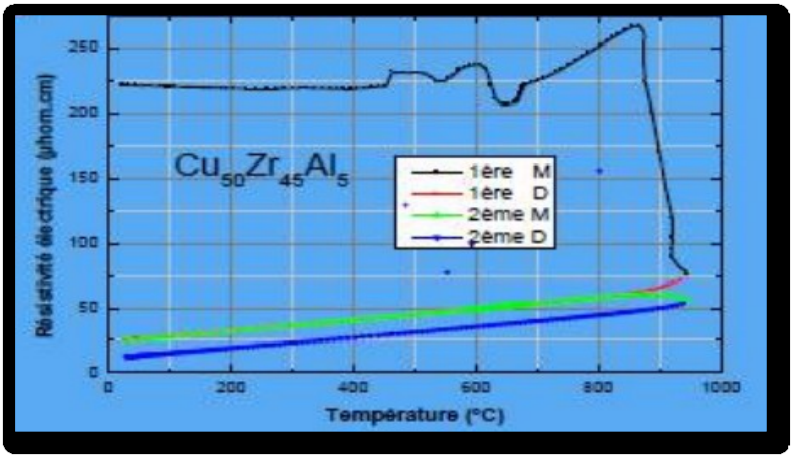
منحنى نزول الأول(احمر) مع منحنى الصعود الثاني (اخضر) و أيضا منحنى النزول الثاني (الأزرق) حيث أن قيمة معامل سيباك تنخفض إلى2kv/µ عند درجة الحرارة الاعتيادية, وهذا يوضح أن العينة لم تعد إلى مسارها الأول(صعود الأول اسود) ومنه نستطيع القول أن العينة انتقلت تماما من الحالة اللابلورية إلى حالة البنية البلورية.

4 دراسة تدعمية بين النتائج المتحصل عليها لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ و دراسات سابقة لسبيكة $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$.

4 -1- المقارنة بين منحنى المقاومية الكهربائية لسبيكة$Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ وسبيكة $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$ بدلالة درجة الحرارة



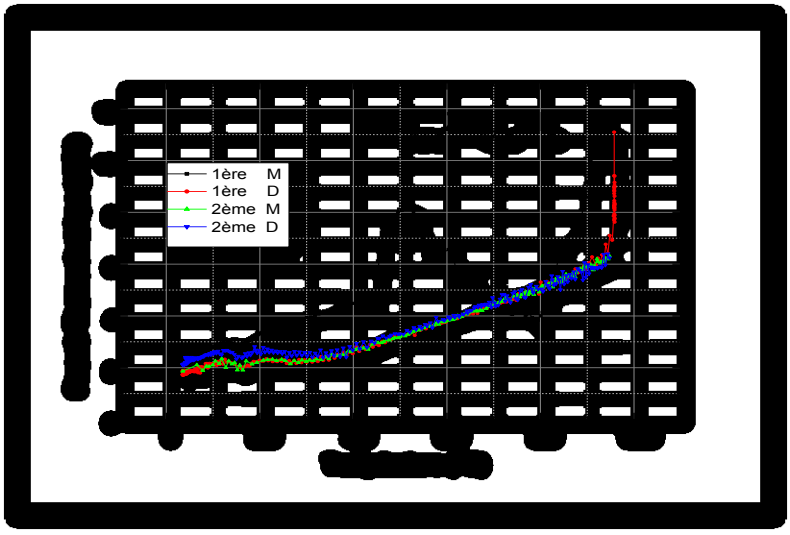
منحنى المقاومية الكهربائية لسبيكة Cu47.5Zr47.5AL5



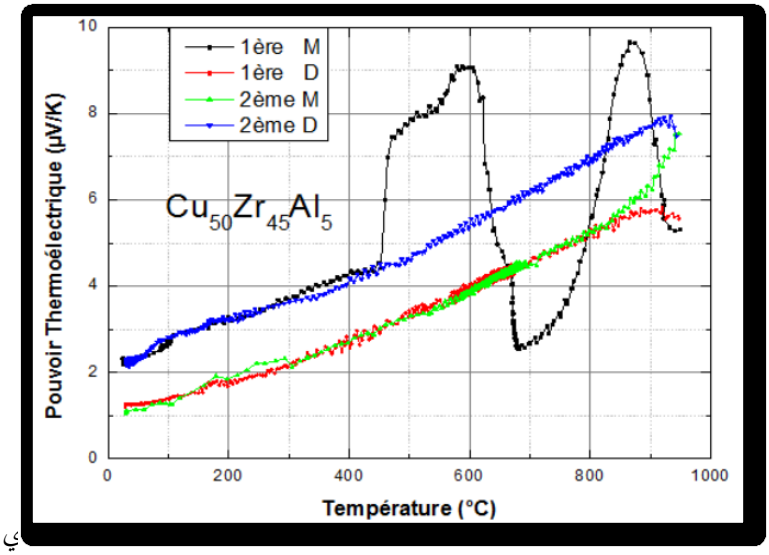
الشكل- 24- يمثل منحنى المقاومية الكهربائية لسبيكة$Cu_{50}Zr_{45}AL_5$بدلالة درجة الحرارة .

في مقارنتنا للمنحنيين الموضحين في شكل (23) لتغير المقاومية الكهربائية بالنسبة لسبيكة(1)$Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$والسبيكة(2)$Cu_{50}Zr_{45}AL_5$ بدلالة درجة الحرارة , تبين لنا أن لكلا المنحنيين أربعة تغيرات (أربعة أطوار) بداية من نفس درجة الحرارة الاعتيادية (25°c) وصولا إلى درجة الحرارة 500°c بالنسبة لسبيكة(1)و470°c بالنسبة لسبيكة (2) وهو تغير الأول في الطور ومن هذه الدرجتين نلاحظ حدوث تغير بالزيادة أو النقصان نتيجة تغير ثاني في الطور , تبقى القيمتين في الزيادة حتى تثبت لحظيا عند 680°cبالنسبة لسبيكة (2)و 640°cبالنسبة لسبيكة (1)وهو تغير الثالث في الطور , نستمر في رفع درجة الحرارة وصولا إلى950°c وهي أعلى درجة تصل إليها كلا قيمتي المقاومية أي تغير أخير في طور . في هذه اللحظة نقوم بخفض درجة الحرارة من 950 °c إلى درجة الحرارة الاعتيادية 25°c نلاحظ انخفاض مباشر ومستقيم لي قيمتي المقاومية ما يفسر العينة قد انتقلت من الحالة اللابلورية إلى الحالة ذات البنية البلورية الأكثر استقرار , و لتأكد نعيد رفع درجة الحرارة إلى950°cفنلاحظ أن منحنيين لم يعدا إلى المسار الأول و تطابق مسار منحنى النزول الأول مع منحنى الصعود الثاني و كذالك تقارب منحنى النزول الثاني عند نفس درجة الحرارة50°c.

2-4- المقارنة بين منحني $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$و سبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ بدلالة تغير درجة الحرارة معامل



منحنى معامل سيباك لسبيكة$Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$



الشكل -25- يمثل منحنى معامل سيباك لسبيكة$Cu_{50}Zr_{50}AL_5$بدلالة درجة الحرارة

بعد مقارنتنا للمنحيين الموضحين في شكل(24) لتغير قيمة معامل سيباك بالنسبة لسبيكة$Cu_{47.5}Zr_{47.5}A(1)$

و سبيكة$Cu_{50}Zr_{45}AL_5(2)$ بدلالة درجة الحرارة ,تبين لنا أن كلا المنحيين لهما أربعة تغيرات في الطور بداية من درجة الحرارة الاعتيادية 25°c وصولا إلى 450° c وهو أول تغير في الطور ثم نلاحظ ارتفاع القيمتين لكلا السبيكتين وصولا إلى درجة الحرارة 510°c بالنسبة لسبيكة (1) و 600°c بالنسبة لسبيكة(2) وهو تغير ثاني للطور ومن هذه الدرجتين نلاحظ انخفاض في قيمة معامل سيباك لكلا سبيكتين حتى تصل درجة الحرارة إلى680°c بالنسبة إلى السبيكة (2) و 800°c بالنسبة لسبيكة(1) وهو تغير ثالث في الطور, نستمر في رفع درجة الحرارة حتى تبلغ أعلى درجة لها (ذروة) عند درجة الحرارة 950°c وهو تغير الرابع في الطور , بعد خفض درجة الحرارة من 950°c عودة إلى25°c فنلاحظ نزول تدريجي و مستقيم للمحنيين مايفسر أن العينة أصبحت بلورية وما يؤكد ذالك التطابق التقريبي لمسار منحنيات الصعود و النزول بعد إعادة رفع درجة الحرارة.

الخاتمة

انطلاقا من الدراسة التي تطرقنا إليها و التجارب التي أجريت على العينة السبيكة $Zr_{47.5}AL_5Cu_{47.5}$ تمكنا من تحديد الخصائص الكهروحرارية لها وهي المقاومية الكهربائية و القوة الدافعة الكهروحرارية (معامل سيباك) , و معرفة درجات الحرارة التي تتغير عندها بنية العينة و طورها ,إذ لاحظنا انه انطلاقا من درجة الحرارة الاعتيادية تكون قيمة المقاومية$250\mu\Omega.mc$ ثم تحدث عدة تغيرات على الطور فترتفع قيمة المقاومية وصولا إلى$340\mu\Omega.mc$ عند درجة الحرارة $950°c$ ثم تعود إلى الانخفاض لتصل إلى$50\ \mu\Omega.mc$عند نفس درجة الحرارة الابتدائية .

و نفس الشيء يحدث مع تغير معامل سيباك بدلالة تغير درجة الحرارة و تكون أول قيمة له $2\mu v/k$ عند درجة الحرارة الاعتيادية , و يحدث لها نفس التغير في درجة الحرارة فترتفع قيمتها من $2\mu v/k$ إلى$11.9\mu v/k$ ثم تنخفض لتعود إلى نفس نقطة البداية , ونفسر هذه النتائج بتغير الحالة البنيوية للعينة من حالتها اللابلورية إلى الحالة البلورية .

ولنتأكد من صحة هذه النتائج قمنا بمقارنة النتائج المحصل عليها بدراسات سابقة أجريت على السبيكة $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$عند نفس الظروف و التجهيز .

المراجع

[1] علم المعادن و المعاملة الحرارية للمعادن . يولاختين دار مير, موسكو

[2]عبد الفتاح احمد الشاذلي فيزياء الجوامد ج1

[3]محمد احمد الجيلالي سلسلة محاضرات فيزياء الجوامد . جامعة الطائف

[4]عبد الفتاح احمد الشاذلي فيزياء الجوامد ج2

[5]فيزياء الجوامد د.سعود بن حميد اللحياني .جامعة الطائف

[6]جودي محمد حسان 1996 فنون و أشغال معادن . دار المسيرة و التوزيع

عمان الأردن

[7]أبو نعيم محمود 2008 الرسم و التصميم على المعادن و النحاس .

دار اليازوري العملية لنشر و التوزيع عمان الأردن

[8]مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية المجلد 26 العدد 2010

[9]جامعة الأندلس الخاصة للعلوم الطبية .المحاضرة 6

[10]الهيئة العربية للطاقة الذرية الفحص البصري للمعلومات المستوى الثاني

[11] تكنولوجيا المعادن (أ. كوتشير) دار مير

[12] جامعة الأندلس الخاصة للعلوم الطبية . البحث 5(الأشعة السينية)

[13] ويكيبديا الموسوعة الحرة

[14] د. عبد الله إبراهيم, المرشد العلوم و التقنيات المجهر الالكتروني العدد23

[15] د.محمد عز الدهشات, السبائك العدد 26

[16] مدونة محمد فياض للفيزياء . قوة الدافعة الكهربائية

[17] طرق انتقال الحرارة المهندسة رشا حيدر هاشم . جامعة الكوفة كلية الهندسة

[18] جامعة الأندلس الخاصة الطبية . الحرارة و تطبيقاتها الطبية(البحث 1)

[19] مذكرة ماستر اكادمي ,بومعزة مارية (قياس المقاومية الكهربائية بدلالة درجة الحرارة لسبيكة $(Cu_{50}Zr_{45}AL_5$

[20] جامعة الأندلس الخاصة الطبية. الترموديناميك و الحرارة (المحاضرة الأولى)

[21] مذكرة ماستر أكاديمي حمدات نسرين , صحراوي مليكة (قياس معامل سيباك بدلالة درجة الحرارة لسبيكة $(Cu_{50}Zr_{45}AL_5$

[22] مجلة الهندسة و التكنولوجيا المجلد 28 العدد5 , 2010 د. منذر محمد راضي , أسيل احمد أموري

[23] مذكرة ماستر أكاديمي , نوحة راوية (ارتباط الناقلية الكهربائية بترددات الحقول الكهرومغناطيسية في النواقل)

[24] مجلة الهندسة العدد 5,13 , 2013 المعهد التقني الأستاذ فهد الدين غسان مهنا بحث حول المجهر المركب

[25] htt://gpc.edu/.pgore/geology/phyxical-lecture/mineral-htnl#Delinituons

[26] www.savannahresources.com

[27] http://www.onefd.edu.dz

[28] Thermodyanmices an engneeing approach cengely.A.and M

A boles 7 thedition megraw hill 2008

الملخص

في هذه الدراسة قمنا بقياس معامل المقاومية الكهربائية و القوة الدافعة الكهروحرارية لسبيكة $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ بدلالة تغير درجة الحرارة , أين استطعنا إيجاد نقاط درجة الحرارة التي يحدث فيها تغير طور العينة من حالتها اللابلورية إلى الحالة ذات البنية البلورية, و استناد على دراسات سابق أجريت على السبيكة $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$, بينت لنا تقارب النتائج المحصل عليها لهما وذلك ما يؤكد لنا صحة الدراستين كون السبيكتين متقاربتين في التركيب الكيميائي .

الكلمات المفتاحية : سبائك ,المقاومية الكهربائية , القوة الدافعة الكهروحرارية, بلورية , لابلورية .

Résumé

Dans cette étude, nous avons mesuré le coefficient de résistance électrique et la force électrostatique de $Cu_{47.5}Zr_{47.5}AL_5$ en termes de changement de température, où nous avons trouvé les degrés de température pendant la phase de passage d'échantillon de son état amorphe à l'état cristallin.
Selon les études précédents effectue sur alliage $Cu_{50}Zr_{45}AL_5$ nous a montré que les résultats étroitement identique , ce qui nous confirme la validité des études. selon lesquelles les deux échantillons sont proches de la composition chimique.

Mots-clés: alliage, résistivité électrique, force motrice électrothermique, cristallin , amorphe