رقم الترتيب:

رقم التسلسلي:

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية رياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماستر اكاديمي

مجال: علوم المادة

فرع: الفيزياء

التخصص: فيزياء الاشعاعات

من إعداد: دباخ صليحة و ديدة امال

بعنوان:

دراسة مقارنتية للخواص الكهروحرارية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ بدلالة درجة الحرارة

نوقشت في يوم: 28./.09./.2020

أمام اللجنة المناقشة المكونة من :

بن مبروك لزهر.....	أستاذ محاضر أ .....جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيسا
محمدي لزهر	أستاذ محاضر أ .....جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقشا
عاشوري عبد الرحيم	أستاذ محاضر أ.....جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مؤطرا(مقررا)

الموسم الجامعي: 2020/2019

الاهـــــــداء

الحمد لله العلي القدير الذي انعم علينا بنعمة العقل والدين القائل في محكم التنزيل "وفوق كل ذي علم عليم"والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى واهله ومن وفى .

الحمد لله الذي وفقنا في اتمام هذه الخطوة من مشوارنا الدراسي "مذكرتنا " ثمرة جهدنا اما بعد نهدي عملنا المتواضع هذا:

الى كل طالب علم سعى لكسب المعرفة .

الى الوالدين الكريمين اللذان ساندانى بالدعاء وشاركاني افراحي واسا ئي حفظهما الله وادامهما نورا لدربي .

الى منهم عزوتي وسندي في الحياة وظفرت بهم هدية من الاقدار اخوتي .

الى كل العائلة الكريمة .

الى صدقاتي رعاهم الله .

الى كافة زملاء الدراسة .

الى كل قسم الفيزياء وجميع دفعة 2020 بجامعة قاصدي مرباح ورقلة.

شكر وعرفان

الشكر والحمد لله جل في علاه والصلاة والسلام على المصطفى الهادي الكريم وصحبه اجمعين ومصراقا لقوله صلى الله عليه وسلم"من لم يشكر الناس لم يشكر الله عزوجل" .

فلله الحمد كله والشكر كله ان وفقنا في انجاز هذه المذكرة.

يسرنا ان نتقدم بالشكر الجزيل والعرفان العظيم للأستاذ المشرف عاشوري عبد الرحيم على كل مافعله من اقتراح واشراف و على توجيهاته القيمة .

وكل الامتنان والتقدير لأعضاء اللجنة المناقشة الموقرة على موافقتهم على مناقشة مذكرتنا الاستاذ الدكتور محمدي لزهر و الاستاذ الدكتور عمر بن طويلة .

كما نخص بالشكر والامتنان الصديقة والزميلة الطالبة 'خليفة سمية 'على المساعدة والتوجيه حتى اتمام مذكرتنا .

كما لا ننسى ان نتوجه بخالص الشكر الى كافة اساتذتنا الكرام بقسم الفيزياء تخصص 'فيزياء الاشعاع' .

الى كل من ساهموا من قريب او من بعيد على اتمام هذا العمل المتواضع ولو بكلمة او وعودة صالحة لكم منا اسمى وارقى عبارات الشكر والعرفان.

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات iv

فهرس الأشكال viii

فهرس الجداول ix

مقدمة عامة 1

الفصل الأول : عموميات حول المادة الصلبة وتركيبها البلوري

1 -1 مقدمة 4

1 -2 تعريف المادة الصلبة 4

1-2-1 الشكل البلوري 5

1-2-2 التركيب البلوري 5

1-3أصناف المواد الصلبة 6

1-3-1مواد صلبة بلورية 6

1-3-2 مواد صلبة غير بلورية 6

1 -4 الانتقال من مادة صلبة لابلورية الى مادة صلبة بلورية 6

1-5 المعادن 7

1-5-1 خصائص المعادن 7

1-5-1-1 خواص طبيعية 7

1 -5-1-2 خواص فيزيائية 7

1 -5-1-3 خواص ميكانيكية 7

1 -5-1-4 خواص حرارية 7

1-5-1-5 خواص ضوئية 8
1-5-1-6 خواص كهربائية 8
1-5-1-7 خواص كيميائية 8
1-5-2 انواع المعادن..... 8
1-5-2-1 المعادن الحديدية :..... 8
1-5-2-2 المعادن غير الحديديّة 8
1-5-3 أهمية المعادن..... 9
1-6 السبائك 9
1-6-1 مميزات السبائك 9
1-6-2 انواعها 10
1-6-2-1 سبائك وحيدة الطور(وحيدة الوجه): 10
1 -6-2-2 السبائك (متعددة الأطوار)..... 10
1 -6-2-2 طرق تحضير السبائك..... 11
1 -6-4 سباكة المعادن 12
1 -7 خصائص المعادن التالية(Fe,Nb,cu ,Si,B) :..... 12
1 -8 طرق تعيين البناء البلوري ودراسته..... 17
1 -8-1 الاشعة المستخدمة لدراسة البناء البلوري 17
1 -8-2 المجهر 20

الفصل الثاني: الظواهرالكهرو حرارية في المادة الصلبة

2 -1 مقدمة: 25
2 -2 تعريف الحرارة : 25

2 -3 طرق انتقال الحرارة.....25
2 -3-1 التوصيل الحراري 25
2 -3-2 تيارات الحمل الحراري.....26
2 -3-2-1 الحمل الحراري الحر أو الطبيعي 26
2-3-2-2 الحمل القسري.....26
2 -3-3 الإشعاع الحراري.....27
2 -4 المزدوجة الحرارية.....27
2 -4-1 تعريف المزدوجة الحرارية.....27
2 -4-2 طريقة عمل المزدوجة الحرارية.....27
2 -4-3 أنواع المزدوجة الحرارية 28
2 -4-4 أنواع المزدوجة الحرارية 30
2 -5 الظواهر الكهروحرارية.....31
2-5-1أثر سيباك.....32
2-5-2 أثر بلتيه 35
2-5-3 أثر تومسون.....37
2-7 المقاومية الكهربائية.....40

الفصل الثالث: نتائج ومناقشات

3 -1 مقدمة.....43
3 -2 الجانب التطبيقي.....43
3 -2-1 التعريف بالعينة 43
3 -2-2 مبدأ العمل.....43

3 -3 التركيب التجريبي 44

3-4 النتائج المتحصل عليها 46

3 -4-1 نتائج وقراءة المقاومية الكهربائية 46

3 -4-2 نتائج وقراءة منحنى معامل السباك 47

3 -4-3 المقارنة بين منحنى معامل السيباك ومنحنى المقاومية الكهربارية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ 48

3 -4-4 مقارنة بين منحنى المقاومية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$ بدلالة درجة الحرارة 49

3 -4-5 مقارنة بين منحنى معامل السيباك للسبيكة$Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$ بدلالة درجة الحرارة 50

الخلاصة العامة 53

المراجع 47

فهرس الأشكال

الفصل الأول:

الشكل رقم 1. 1: يوضح التركيب البلوري للالماس 6

الشكل رقم 1. 2:صورة لسبيكة متجانسة 10

الشكل رقم 1. 3:صورة لسبيكة غير متجانسة 11

الشكل رقم 1. 4:صورة لعنصر الحديد 13

الشكل رقم 1. 5:صورة لعنصر النيبيوم 14

الشكل رقم 1. 6: صورة لعنصر النحاس 15

الشكل رقم 1. 7: صورة لعنصر السيليكون..... 15

الشكل رقم 1. 8:صورة لعنصر البرورون 16

الشكل رقم 1. 9: رسم تخطيطي يبين ظاهرة الإنعاس لنموذج براغ..... 20

الشكل رقم 1. 10:صورة توضح أجزاء المجهر الضوئي المركب 22

الشكل رقم 1. 11: رسم تخطيطي لمكونات المجهر الالكتروني (أ- النافذ، ب- الماسح) 23

الفصل الثاني :

الشكل 2-1: صورة للمزودجة حرارية من نوعJ.....26

الشكل 2-2:صورة للمزدوجة الحرارية نوعN.....27

الشكل2-3:صورة للمزدوجة الحرارية من نوع S.....28

الشكل 2-4:يوضح طريقة عمل سيباك.....29

الشكل 2-5:يوضح نقطة اتصال حرارية بين سلكين لطريقة بيلتيه.....32

الشكل 2-6:يوضح مخطط لعمل يلتيه.....33

الشكل 2-7:يوضح مخطط لعمل تومسون.....35

الفصل الثالث

الشكل رقم 3. 1: يمثل صورة للعينة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ اللابلورية 43
الشكل رقم 3. 2: يمثل مقطع للعينة اثناء المعالجة 44
الشكل رقم 3. 3: يوضح رسم التخطيطي للتركيب التجريبي 44
الشكل رقم 3. 4: منحنى المقاومية الكهربائية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ بدلالة درجة الحرارة . 46
الشكل رقم 3. 5:منحنى معامل السيباك للسبيكة$Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ بدلالة درجة الحرارة 47
الشكل رقم 3. 6:مقارنة بين المنحنيين المقاومية لكلا من السبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$ بدلالة درجة الحرارة..... 49
الشكل رقم 3. 7: مقارنة بين منحنى معامل السيباك للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.6}B_7$ والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$ بدلالة درجة الحرارة 50

فهرس الجداول

الجدول رقم 1. 1يوضح خصائص كل عنصر : 17

مقدمة عامة

مقدمة عامة

لقد اعتمد الانسان منذ نشأته على الثروات الطبيعة فأحسن استغلالها وصيانتها من اجل استمرارية تطوير سبل معيشته ورقيه، ومن اهم هذه الثروات التي لفتت انتباهه منذ القدم الثروة المعدنية التي تساهم بنصيب كبير في بناء ونمو حضارته المتطورة بصورة او بأخرى فاستثمرها افضل استثمار وجعلها مصدرا من مصادر راحته. تعتبر المعادن من اساسيات العصر الصناعي الحالي وعماد الحضارة الآنية حيث اخذ استعمالها بالتطور شيئا فشيئا فصارت اكثر استعمالا فهي بدورها تساعد على التقدم العلمي والتكنولوجي .لكل معدن موجود في الطبيعة خصائص فيزيائية وكيميائية وأيضا ميكانيكية تميزه على المعدن الاخر.

مع ان للمعادن اهمية كبيرة في التطور والتوسع في الصناعات التكنولوجية الحديثة إلا ان التطبيق العلمي للصناعة المعدنية في حاجة دائمة الى مواد جديدة تحمل خصائص جديدة مما ادى لتحسين وتعديل الخصائص الفيزيائية والميكانيكية وذلك بخلط عنصرين او اكثر بشرط ان يكون احداهما 'فلز' ، يسمى الخليط الناتج ب (السبيكة) تتميز بعدة صفات معدنية مرغوبة وذات كفاءة عاليه ، حيث يتم الاستفادة من خصائصها في تلبية متطلبات الصناعات الحديثة.

ونتيجة للأبحاث المتواصلة في مجال فيزياء المعادن تم التوصل الى انواع كثيرة من السبائك المعدنية التي تختلف خصائصها باختلاف استخدامتها وفي نفس السياق نتحدث عن هدفنا الرئيسي من هذا البحث ألا وهو دراسة مقارنتيه للخواص الكهروحرارية للسبيكة المعدنية($Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$) حيث تم تقسيم المذكرة الى ثلاثة فصول تستهل بمقدمة عامة وتختتم بملخص.

فالفصلين الاول والثاني نظريين، اما الفصل الثالث فأردنا ان يكون تجريبيا بحت.

الفصل الأول :تطرقنا في هذا الفصل الى دراسة مرجعية عامة بتقديم معلومات شاملة حول المادة الصلبة وتركيبها البلوري (البنية البلورية).

اما الفصل الثاني خصص لدراسة الظواهر الكهروحرارية للمادة وخصائصها الحرارية والكهربائية وكذلك علاقة الانتقال الالكتروني بالانتقالات الحرارية.

الفصل الثالث :يتطرق فيه الى الطرق التجريبية المتبعة مع عرض النتائج المحصل عليها وتحليلها ومناقشتها وأيضا مقارنتها مع نتائج لدراسة سابقة لمذكرة بعنوان (دراسة التغير الطوري لسبيكة$Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$ بواسطة قياس المقاومة الكهربائية ومعامل سيباك في درجات حرارة مختلفة) للطالبة بروبة دلال .

الفصل الاول :

عموميات حول المادة الصلبة وتركيبها البلوري

1 –1 مقدمة :

لو تفكرنا وتأملنا في كل جزء من اجزاء الكون نجد انه مكون من مجموعة من المواد المختلفة في حالاتها، فهناك المادة الصلبة والسائلة والمواد الغازية ، أي أن اصل الكون في البداية هو المادة . اهم قانون من قوانين المواد انها لا تفنى ولا تستحدث ولا تستخرج من العدم.

اذا نحن امام كون واسع يتكون من الاساس من مادة في حالات مختلفة ونجد ان انواع المواد مختلفة تأخذ اشكالا وخصائص تميزها عن بعضها فلو تكلمنا عن المادة الصلبة التي تشكل التربة او النباتات سوف نجد ان هناك مجموعة من الخصائص التي تربطها مع بعضها البعض ,وقبل ان نتعرف على خصائص بعض انواع المواد لا بد اولا ان نعرف المادة وهي كالتالي :المادة هي أي شيء يتميز بان له كتلة وحجم ويشغل حيزا من الفراغ .الموجودة في الكون على ثلاثة صور رئيسية الصلبة والغازية والسائلة[1] .

وسنتناول في هذا الفصل مجموعة من المعلومات عن عموميات تتعلق بالمادة الصلبة وتركيبها البلوري.

1 –2 تعريف المادة الصلبة

تعتبر المادة الصلبة واحدة من الحالات الأربع الأساسية للمادة إلى جانب السوائل والغازات والبلازما حيث تتميز بجسيمات مرتبة يكون شكلها وحجمها مستقرًا نسبيًا. تميل مكونات المادة الصلبة إلى أن تكون متراصّة بشكل أقرب بكثير من الجسيمات في الغاز أو السائل ويعود سبب وجود المادة الصلبة بهذا الشكل هو أن الذرات أو الجزيئات مرتبطة ارتباطًا وثيقًا عبر الاربطة الكيميائية. قد ينتج الترابط إما هيكلاً عاديًا كما في الجليد والمعادن والبلورات أو شكلًا غير منتظم كما في الزجاج أو الكربون غير المتبلور , يشار إلى كل مجموعة من الذرات أو المجموعات الذرية المرتبة في المواد المتبلورة بالبلورة والتي يمكن أن توجد على شكل منفصل .تتميز البلورات بأن لكل منها شكل هندسي منتظم وأسطح متشابهة ومتوازية وملساء بحيث يوجد العديد من أنواع التراكيب البلورية يعتمد كل منها على هندسة الترتيب وانتظام الذرات في كل البلورة وهذا يؤثر بشكل كبير في الخصائص الفيزيقية المختلفة للجسم الصلب.

تشمل الفئات الرئيسية للمواد الصلبة ما يلي:

المعادن– الفلزات – الخزف– المركبات العضوية – اشباه الموصلات –المواد الحيوية[2]

1–2–1 الشكل البلوري

يتكون من مجموعة الأ وجه البلورية المتشابهة(شكلا وحجما)الموجودة على نموذج البلورة .أو بعبارة أخرى يتكون الشكل البلوري من مجموعة من الأوجه التي يستلزم وجودها عناصر التماثل في البلورة وذلك إذا وجد على البلورة وجه واحد من هذه الأوجه [3].

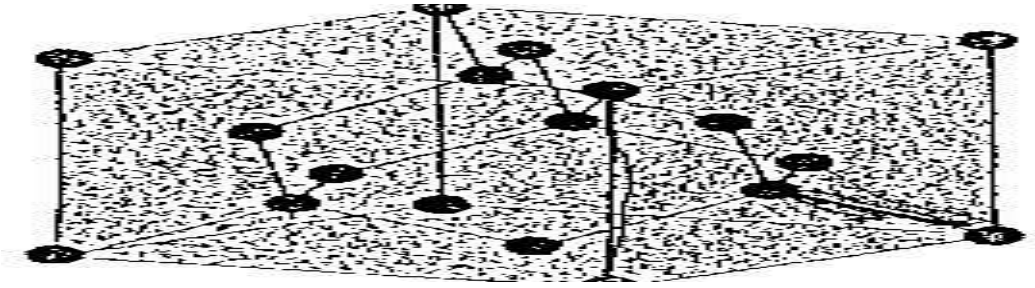
1–2–2 التركيب البلوري

قد تمكن برافى من تصميم أربع عشرة شبيكة فقط تصف التراكيب البلورية جميع المواد الصلبة مصنفة في مجموعات رئيسية أو أنظمة .يأتي هذا العدد الصغير 14 شبيكة بسبب أن عدد حالات التماثل الانتقالي في الشبيكة يكون محدوداً التركيب البلوري بإضافة الوحدة البنائية الأساسية أو القاعدة (لكل نقطة من نقاط الشبيكة)، فتكون العلاقة المنطقية هي:

الشبكية الفراغية + الوحدات الأساسية (القواعد) = التركيب البلوري

وفي أبسط التركيبات البلورية توجد ذرة واحدة لكل نقطة شبيكية، كما هوالحال في بلورات النحاس والذهب والفضة، غالبا يوصف التركيب البلوري بواسطة شبيكة بلورية عبارة عن شبيكة برافية تتمتع بخاصيتين أساسيتين هما :الانتظام اللانهائي للعقد للنقاط (في الفراغ والتماثل الانتقال[4]).

مثال :التركيب البلوري للألماس: ينتمي إلى النظام المكعب متمركز الأوجه والوحدة البنائية الأساسية(القاعدة) المرافقة لكل نقطة شبيكية تتكون من ذرتي كربون ويحيط بكل ذرة أربع ذرات هي أقرب جيرانها(عدد التناسق)،وتحوي وحدة الخلية ثماني ذرات حقيقية .ويعتبر التركيب الماسي فارغاً نسبياً، حيث إن عامل التعبئة يقدربنسبة 34 % فقط .ويمكن اعتبار التركيب الماسي مكوناً من شبيكتين فرعيتين من نوع المكعب متمركز الأوجه[4].



الشكل رقم 1. 1: يوضح التركيب البلوري للالماس

1-3أصناف المواد الصلبة

1-3-1مواد صلبة بلورية

تترتّب فيها الجسيمات والذرات في الفراغ بشكل هندسي ومنتظم، ومتكررة, وعندما يكون هذا النمط يشغل كل اجزاء المادة هذا يعني ان هناك بلورة وحيدة كما لها درجات انصهار محددة حيث تترتب جزيئاتها بشكل هندسي ثلاثي الأبعاد[5] .

1-3-2 مواد صلبة غير بلورية

توصف هذه المواد الصلبة اللابلورية بأنها" لا شكلية "أو" أمورفية "بمعنى أنها لا تتخذ شكلاً مميزاً كما توصف بأنها" زجاجية تترتب فيها الجسيمات بشكل عشوائي وغير منتظم، لها درجات انصهار ثابتة أو محددة، وتُعرف عادةً بأنها سوائل فائقة التبريد حيث تترتب جزيئاتها على شكل شبكة[5].

1 -4 الانتقال من مادة صلبة لابلورية الى مادة صلبة بلورية:

لنحصل على مادة صلبة بلورية من مادة صلبة لابلورية نقوم ب :

- -نح طاقة حرارية عالية جدا للمادة الصبلة لغرض تحررها من طاقة الربط بين ذراتها فتصبح في حالة حركية.
- زيادة في مقدار الطاقة الحرارية وذلك من اجل ان تصبح ذات حركة عشوائية (الحالة السائلة).
- تبدا المادة في التصلب بشكل تدريجي عند ازالة الطاقة الحرارية فتقوم ذراتها بالتقارب فيما بينها عندها تنتج نواة التصلب.

- واخيرا نقوم بعملية التبريد السريع ومع مرور الوقت نتحصل على مادة صلبة بلورية[6].

1-5 المعادن :

المعدن هو عبارة على مادة صلبة متجانسة اي لا يمكن تقسيمها بطرق الميكانيكية الى مكونات صغيرة (مركبات كيماوية) , متبلورة لكن في بعض الاحيان تكون على شكل غير بلوري . وهو عبارة على تركيبة كيميائية (بناء كريستالي) محددة ومعروفة .يتكون المعدن كناتج لعمليات جيولوجية [7].[8].

1-5-1 خصائص المعادن :

1-5-1-1 خواص طبيعية

- تتشكل بطريقة تلقائية في الطبيعية.
- لها ملمس ورائحة وطعم.
- اللمعان بالاضافة الى اللون والشفافية تميزكل معدن.

1 -5-1-2 خواص فيزيائية

- الوزن النوعي.
- لها كثافة عالية.
- تتميز بالصلابة والانفصام (تماسك في الجزيئات).

1 -5-1-3 خواص ميكانيكية

- قابلية التشكل والسحب والطرق.

1 -5-1-4 خواص حرارية

- قابلة للانصهار بدرجة مرتفعة.
- ناقلة للحرارة.

1-5-1-5 خواص ضوئية

- لها القدرة على انعكاس الضوء اي انه اذا سقط شعاع ضوئي على سطح معدن فانه ينكسر عند نفاذه من العينة.
- امتصاص الاشعة الضوئية .

1-5-1-6 خواص كهربائية

- ناقل جيد للكهرباء الحرارية والمغناطيسية.

1-5-1-7 خواص كيميائية

- التفاعل مع الاحماض(لها سطح تفاعلي).
- تتاكسد وتتاثر بفعل الظروف الخارجية .
- تتعرض للتاكل[9][10][11].

1-5-2 انواع المعادن

هناك عدّة أنواع من المعادن وتُصنّف نسبةً إلى خصائصها الفيزيائيّة والكيميائيّة وبناءً على هذه الخصائص فإنّ المعادن تُصنّف إلى نوعين كما ما يأتي :[7]

1-5-2-1 المعادن الحديدية :

المعادن الحديدية هي المعادن التي تحتوي على الحديد (Fe) كعنصر أساسي في تكوينها هذه المعادن يمكن العثور عليها في مناطق مختلفة من العالم؛ بعضها نادر جدا وبعضها وفر في أي جزء من العالم.

1-5-2-2 المعادن غير الحديديّة

هي المعادن التي تحتوي على عناصر أخرى بنسب مختلفة ، باستثناء الحديد, حيث إنّها ليست ثقيلة جداً كعناصر المعادن الحديديّة، كما تتميّز بأنّها أقل قابلية للتآكل وأكثرها ليونة؛ حيث إنّها تحتاج قوّة ضغط أقل للتمكّن من تشكليها لأي شكل من الأشكال المطلوبة، تتميّز بأنّها قابلة لتوصيل الحرارة والتيّار الكهربائي بشكلٍ جيّد.

1-5-3 أهمية المعادن

- تعتبر المعادن مادة اساسية في صناعة الآلات و الأجهزة الحديثة و المحركات الكهربائية و الديمانيكية وأجهزة التكنولوجيات.
- تستخدم المعادن في صناعة الأدوات الزراعية ووسائل النقل.
- تدخل في صناعة أدوات التزيين كالحلي و التزيين المنزلي.
- تدخل المعادن في صناعة النقود المعدنية[11].

1-6 السبائك :

السبيكة هي عبارة على خليط متكون من عنصريين او اكثر شرط ان يكون احد هذه العناصر فلز(معدن). يتم تصنيع السبائك غالبا للتطبيقات الخاصة، مثل المحركات النفاثة ،تحدث هذه العملية بواسطة تصلب المكونات المصهورة أين تكون إما معدنية أو غير معدنية.

وتأخذ السبيكة اسم المعدن الموجود بنسبة أكبر يعرف باسم المعدن الأساس[12].

1-6-1 مميزات السبائك

- القوة الميكانيكية والمتانة والصلابة.
- كثافة عالية تفوق كثافة الماء.
- لها بريق ولمعان عندما تصقل.
- موصلية كهربائية وحرارية جيدة.

1-6-2 انواعها:

1-6-2-1 سبائك وحيدة الطور(وحيدة الوجه):

هي السبائك (الخلائط) متعددة البلورات يكون التَّركيب البنائي البلوري فيها متجانس في كامل المقطع فلا يختلف من موقع إلى آخر و التركيب الكيميائي منتظم في جميع أجزائها فلا يوجد اختلاف في تركيز العناصر في الحبيبات المختلفة.

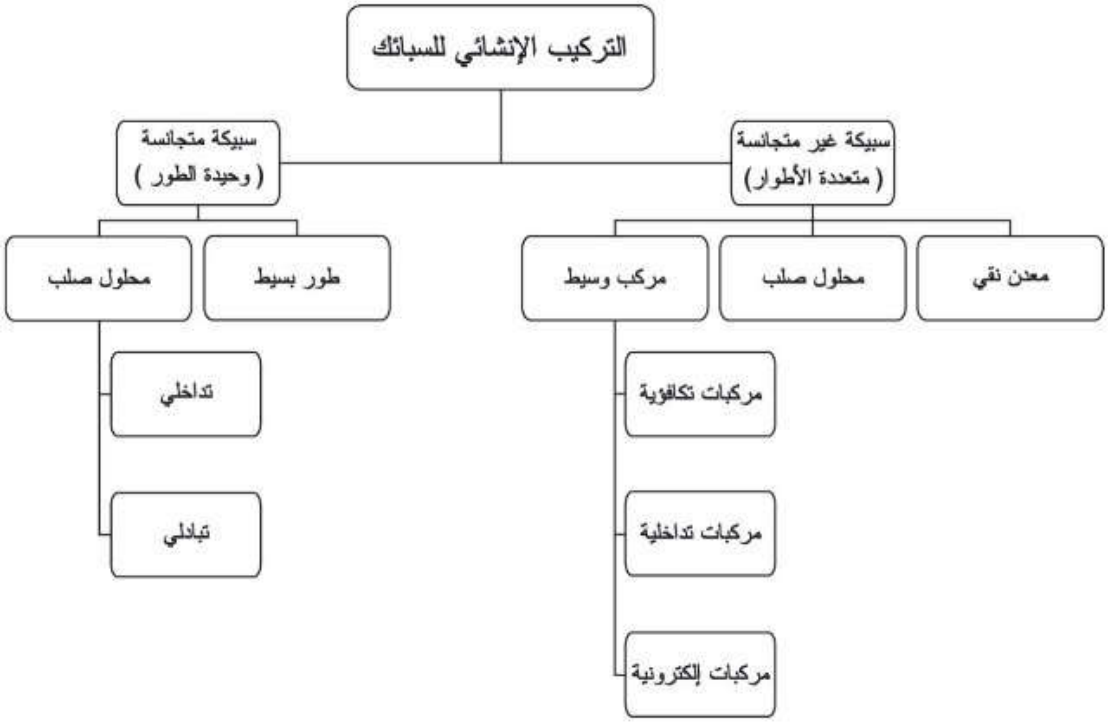
تتكون من حبيبات ذات التركيب المتشابه أين يكون في هذه السبائك ذوبان فلز في الفلز الآخر بنفس ذوبانية السكر في الماء.

الشكل رقم 1. 2:صورة لسبيكة متجانسة

1 -6-2-2 السبائك (متعددة الأطوار)

تتكون السبيكة من عدة أطوار مختلفة عن بعضها من حيث البنية البلورية وكذلك تكون البنية المجهرية متباينة، ويختلف التركيب الكيميائي من طور إلى آخر مجاور له،. من أهم السبائك متعددة الأطوار تستخدم في التطبيقات الصناعية نظراً لقابليتها للمعالجات الحرارية، وبذلك يمكن التحكم في خواصها الميكانيكية مثل الصلادة والمتانة والمرونة وغيرها والوصول بها إلى تحقيق الشروط المطلوبة[11] .

الشكل رقم 1. 3:صورة لسبيكة غير متجانسة



المخطط رقم 1. 1: يوضح التركيب الانشائي للسبائك

1 -6-2-2 طرق تحضير السبائك :

تتم عملية تحضير السبائك:

1)-الصهر و الصب:

حيث يتم تسخين وإذابة (الصهر) تصهر الفلزات مع بعضها البعض ويترك المصهور ليبرد تدريجياً في ما يطلق عليه محلول صلب.

2)–الترسيب الكهربائي : حيث يتم ترسيب كهربائيي لفلزين أو أكثر فى نفس الوقت من محلول يحتوى على أيونات الفلزين.

3)–الضغط العالي للمسحوق في درجات حرارة عالية : اي تحويل جميع المكونات إلى مسحوق وخلطها مع بعض جيداً ومن ثم تعريضها إلى ضغط مرتفع وحرارة مرتفعة حتى تمام التجانس. ويُطلق على هذه الطريقة المسحوق[13].

1 –6–4 سباكة المعادن :

تعتبرالسباكة من العمليات التكنولوجية المهمة التي تتضمن الحصول على الاشكال المطلوبة ضمن مواصفات معينة بواسطة ملى فجوات قالب بمعدن منصهر و السماح له بالانجماد. وقد عرفت هذه التقنية منذ 4000 ق.م و كانت تستخدم لانتاج روؤس الرماح المصنوعة من النحاس و يسمى الشكل الناتج من عملية السباكة بالمسبوك و تستخدم بعض المسبوكات مباشرة بعد السبك و البعض الاخر يحتاج إلى انجازات ثانوية لذلك تسمى بالمسبوكات الاولية لذا فان السباكة تمثل قطعة مصنعة او الخطوة الاولى في انتاج القطعة المصنعة ومن هنا يمكن القول إن السباكة هي من طرق التصنيع الاولية.

ومن مميزات عمليات السباكة:

- توفير الحرية الكاملة في اختيار التصميم و الشكل و الحجم و الكمية المطلوبة.
- امكانية انتاج الاشكال الصعبة و المعقدة.
- تشكيل المواد المعدنية و التي يصعب تشكيلها بالطرق الاخرى مثل حديد الصب لانه لا يتقبل التشكيل بالحالة الاعتيادية و بالطرق الاخرى[14].

1 –7 خصائص المعادن التالية(Fe,Nb,cu ,Si,B) :

1–الحديد(Fe) :

هو عنصر كيميائي معدني موجود في المجموعة الثامنة في الجدول الدوري له لون رمادي وهو المعدن الأكثر استخداماً يتواجد في الطبيعة على شكل اكاسيد (أكسيد الحديد الأحمر هيماتيتFe2o3 وأكسيد الحديد

الأسود ماغنتيتFe3o4) ، حيث انه قابل للسحب والطرق, يتآكل الحديد في شكله النقي بسرعة عند تعرضه للهواء الرطب وارتفاع درجات الحرارة[15].

-مصادره

- يتكون الحديد مخلوط بنسبة 2-3٪ نيكل في الصخور البازلتية في غرينلاند ورواسب كربونية في الولايات المتحدة.
- يتشكل على شكل حديد نيزيكي بنسبة 5-7% من النيكل.
- كما أنه يتشكل في الترسبات الأرضية، وفي النيازك، ويتم استخراجه عن طريق صهر الكربون والحجر الجيري.

-استخدامات الحديد

يستخدم عنصر الحديد في العديد من المجالات، ومنها ما يأتي:

- يُستخدم في التصنيع الصلب.
- الهندسة المدنية والعمارة والخرسانة المسلحة (اعمال البناء).
- الأدوات الجراحية.
- المجوهرات..

الشكل رقم 1. 4:صورة لعنصر الحديد

2-النيوبيوم Nb

هوعنصر كيميائي معدني أبيض لماع يتشكل على سطحه طبقة رقيقة عند تعرضه للهواء فيتغيّر لونه تدريجيًا نتيجةً لذلك إلى اللون الأصفر أو الأخضر أو الأزرق، وهوقابل للتشكيل[15].

الشكل رقم 1. 5:صورة لعنصر النيبيوم

-استخداماته

للنيوبيوم مدى واسع من الإستخداما ت منها :

- يستخدم في المجوهرات غير المسببة للحساسية.
- حركات الطيارات والمغانط فائقة التوصيل.
- يستخدم في صناعة أنواع خاصة والمفاصل الملحومة القوية والصناعات النووية

3- النحاس Cu

هو عنصر كيميائي من عناصر الجدول الدوري وله الرمز **Cu**وهو عنصر فلزي من عناصر المجموعة الأرضية من المعادن غير الحديدية لونه اصفر محمر, النحاس موصل جيد للكهرباء قابل للتشكل والطرق والسحب يتميز بمقاومته ضد الصدا والتاكل[7] .

-استخداماته

- أعمال البناء وصناعة الاواني.
- يستخدم في صناعة معدات الطب.
- الاسلاك الكهربائية الموصلة للكهرباء.

الشكل رقم 1. 6: صورة لعنصر النحاس

4- السيليكون يرمز له ب(Si)

السيليكون هو عنصركيميائي لا معدني ثاني أكثر العناصر وفرةً على هذا الكوكب بعد الأكسجين، وحوالي 25% من قشرة الأرض عبارة عن سيليكون, له لون رمادي .في الطبيعة لا يوجد السيليكون وحيدًا وعادةً ما يُعثَر عليه وهو مرتبط بزوجٍ من جزيئات الأكسجين مثل ثاني أكسيد السيليكون والمعروف باسم السيليكا[15].

الشكل رقم 1. 7: صورة لعنصر السيليكون

استخدماته :

يستخدم السيليكون في العديد من الاستخدامات :

- قفازات الفرن .
- يستعمل في صناعة الترانزيستور.
- الخلايا الشمسية والأجهزة الالكترونية.

5-البورون B

عنصر كيميائي معدني يرمز له بالرمز **B** وهو عنصر فلزي ثلاثيّ التّكافؤ، حيث يتواجد بوفرة عالية في ملح بورات الصوديوم. وهناك صورتين متأصليتين للبورون ، فالبورون الغير متبلور عبارة عن مسحوق بني ولكن فلز البورون بشكله البلوري أسود اللون. وهو موصل رديء في درجة حرارة الغرفة ولا يوجد بشكل حر في الطبيعة[15].

الشكل رقم 1. 8:صورة لعنصر البرورون

-استخدماته

- يُستخدم البورون غير المتبلورفي الوقود لإشعال الصواريخ.
- في التوهجات النارية حيث إنه يعطي لوناً أخضر مُميزاً كما في الألعاب النارية.
- تُستخدم مُركبات البورون مثل حمض البوريك في قَطْرات العين والمطهِّرات، ومساحيق الغسيل.
- يُستخدم نظير البورون (10) في امتصاص النيوترونات؛ لذا فإنه يُستخدم في امتصاص المفاعلات النووية، بالإضافة إلى استخدامه للكشف عن النيوترونات

الجدول رقم 1. 1يوضح خصائص كل عنصر :

العنصر / الخاصية	الحديد Fe	البورون B	السليكون Si	النيوبيوم Nb	النحاس cu
العدد الذري	26	5	14	41	29
الكتلة الذرية g/mol	55.84	10.81	28.085	92.90	63.5
نصف القطر الذري Pm	126	28	110	146	128
الكثافة g/cm^3	7.87	2.34	2.33	8.57	8 .9
نقطة الانصهارC°	1538	2076	1414	2477	1083
نقطة الغليانC°	2862C°	3927	3265C°	4744C°	2562
حرارة الانصهار Kj/mol	13.81	50.2	50.21	30	13 .26
حرارة التبخر kj/mol	340	480	359	689.9	300 .4
السعة الحرارية عند25C° J /mol k	25.10	11.087	19.789	24.60	24.44
المقاومية الكهربائية ηΩ.m	26.1	1.5.10 ч		152	16 .78
الناقلية الحرارية w /m.k	80.4	27.4	149	53.7	401
التمدد الحراري m/mk	11.8	2	2.6	7.3	16.5

1 –8 طرق تعيين البناء البلوري ودراسته

يوجد عدة طرق لدراسة البناء البلوري لمادة ما في البلورة من بينها طريقة الانعراج الاشعة السينية ,المجهرالالكتروني النافذ.....[16]

1 –8–1 الاشعة المستخدمة لدراسة البناء البلوري :

لكي تكون الأشعة مناسبة لدراسة البناء البلوري للمادة فى الحالة الصلبة يجب أن يكون الطول الموجي للأشعة مساويا تقريبا للمسافة بين الذرات .حيث أن المسافة بين ذرات المادة الصلبة تكون في حدود 10^{-8} cm فإن

الأشعة التي بواسطتها يمكن الحصول على معلومات مهمة عن التركيب البنائى للمادة يجب أن يكون لها طول موجي في (10^{-8} cm)المرتبة نفسها. عند سقوط بعض أنواع الإشعاعات على المادة الصلبة فإنها تتشتت بواسطة المستويات الذرية للمادة وتحيد عن مسارها وتتداخل معا مكونة نموذج حيود يحمل فى طياته معلومات عن التركيب البنائى للمادة .يمكن استخراج هذه المعلومات والحصول على تفاصيل التركيب البنائى للمادة المتبلورة عن طريق تحليل نماذج الحيود الجيدة للأشعة داخل هذه المادة[4].[17]

–الاشعة الكهرومغناطسية (Electromagnetic)

–تتكون الاشعة الكهرومغناطيسية على التوالي حسب الطول الموجي من اشعة جاما واشعة سينية اشعة فوق البنفسجية, والضوء المرئي والاشعة تحت الحمراء , الموجات الميكرونية ,ثم موجات الراديو.

ومن بين هذه الاشعة الكهرومغناطيسية نجد ان الاشعة السينية هي الانسب لدراسة البناء البلوري [17].

–استخدام الأشعة السينية في تحليل التركيب البنائى للمادة الصلبة

USING OF X-RAYS FOR STRUCTURAL ANALYSIS OF SOLIDS

بنيت فكرة الاستخدامات العديدة للأشعة السينية في تحليل الترتيب البنائي الذري للحالة الصلبة على حقيقة أنه يحدث للفوتونات المستخدمة حيود عند تفاعلها مع الأنظمة (مراكزالحيود) التي تكون مرتبة بشكل منتظم ومتكرر وبينها مسافات تساوى الطول الموجي للأشعة المستخدمة والتى تكون في حدود10^{-10} m، تماما كما تكون الأطوال الموجية للأشعة السينية.[9]

–الاشعة السينية :

هي نوع من أنواع الموجات الكهرومغناطيسية وهي مشابهه للضوء ولكن ذات تردد أقصر. تعتبر الأشعة السينية مع أشعة جاما أشعة مؤينة (ionizing radiation) وهذا هو سبب القلق من مخاطر الأشعة السينية على عكس الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء وحتى موجات الراديو فهي تعتبر غير مؤينة[9].

-خواص الأشعة السينية:

- هي موجات كهرومغناطيسية تتكون من فوتونات .
- لها نفس سرعة الضوء.
- تسير في إتجاه مستقيم.
- لايمكن رؤيتها.

-انعراج وحيود الاشعة السينية:

حيود الأشعة السينية عبارة عن طريقة للتركيب البنيوي للمادة، تسمح بتحديد بنية العينة وطور تبلورها، كما تسمح بتحديد حجم وتوجيه حبيبات العينة بحيث يعتمد مبدأها على علاقة براغ .كما يعتبر حيود الأشعة X طريقة عالمية لتحديد طبيعة و بنية الأجسام المتبلورة بحيث لا تطبق هذه الطريقة إلا على الأوساط المتبلورة (صخور، بلورات، معادن، ....الخ)

-مبدا الانعراج :

عند تسليط اشعة احادية الطول الموجي على المادة الصلبة (العينة) فانها تتشت بحيث جزء منها ينفد اما الجزء الاخر ينعكس بواسطة مستوى الذرات وتنعرج على مسارها في اتجاهات ومسارات محددة وتختلف في الشدة مشكلة معا(نموذج حيود) بحيث كلما زادت مرتبة الحيود فان الشدة تقل ويحدث حيود الاشعة السينية ذات طول موجي معين فقط عند زاوية θخاصة. وهذا النموذج الذي افترضه براغ.[10]

-صيغة قانون براغ للانعكاس : $n\lambda = 2d\sin\theta$

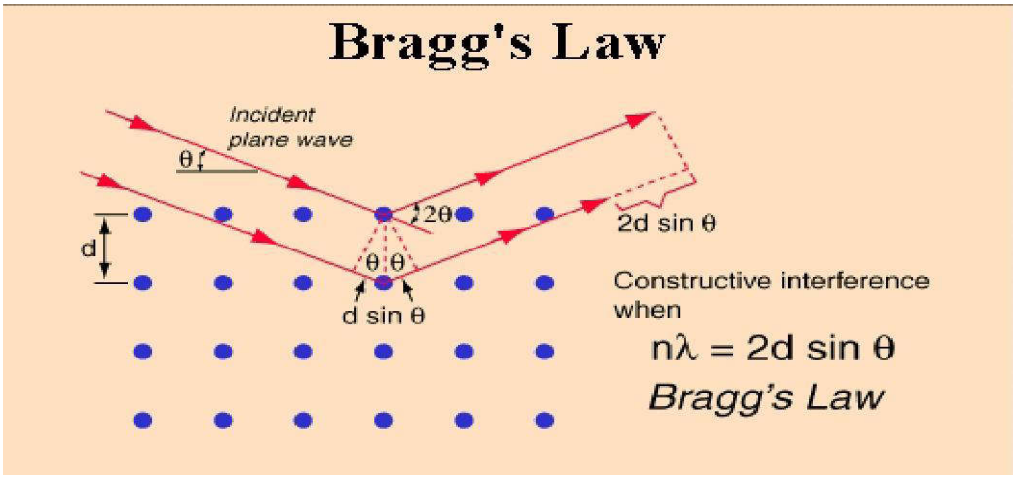
n:عدد صحيح يمثل رتبة الحيود

λ :الطول الموجي

d: المسافة البينية لمجموعة المستويات

θ : زاوية سقوط الاشعة (زاوية الميل)

بحيث شرط انعكاس براغ يكون $2d > \lambda$.[11]



الشكل رقم 1. 9: رسم تخطيطي يبين ظاهرة الإنعاس لنموذج براغ

1 –8–2 المجهر :

المجهر هو عبارة على اداة (جهاز) تختص برؤية ومراقبة وتكبير الاشياء والاجسام الصغيرة التي لاترى بالعين المجردة مما يسهل دراستها وضهورها بشكل دقيق جدا حيث تسمى الصور التي يلتقطها المجهر بالصور المجهرية .يستخدم المجهر في العديد من التطبيقات والمجالات العلمية فهو يلعب دور هام في تطويرها[10].

–المجاهر المستخدمة :

***المجهر الضوئي المركب**

يعتبر اكثر انواع المجاهر استخداما فهو يتكون من نوعين من العدسات يمتازان باطوال بؤرية قصيرة .حيث تصل قدرته لتكبير الى حوالي 2000 ضعف ,كما يعتمد على اشعة الضوء العادي او احدى مشتقاته في استخدامه لاضاءة العينة .

***قوة الفصل للمجهر الضوئي المركب**

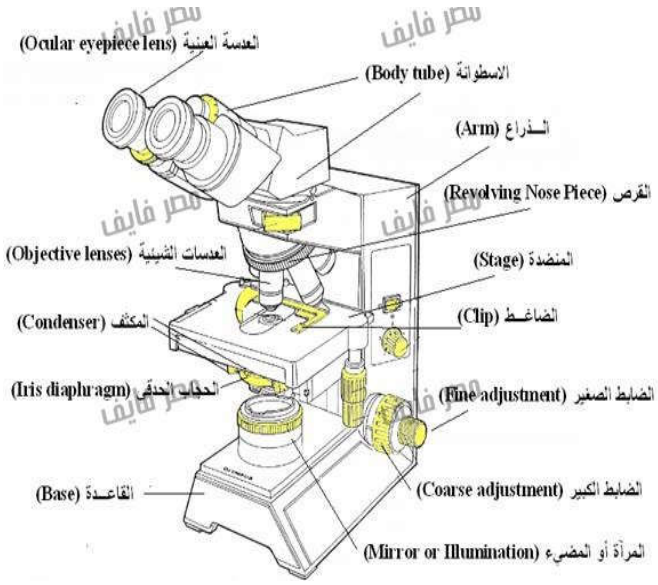
تعتبر قوّة الفصل(التمييز) بانّها القدرة على تمييز أقصر مسافة بين نقطتين على الشريحة، حيث تعتمد على طبيعة موجات الضوء وجودة العدسات المستخدمة في المجهر أي إنّها عندما تمرّ بين الأجزاء الدقيقة الموجودة على الشريحة تتشتت، فيؤدي ذلك الى التقليل من القدرة على تمييز التفاصيل.

قوّة الفصل في المجهر الضوئي المركب فإنّها تصل إلى حدود 0.2 ميكرون (واحد ميكرون=1×10^{-6}م) [18].

***أجزاء المجهر الضوئي المركب**

يتكون هذا المجهر مما يلي :

1. **العدسة العينيّة** :هي العدسة التي تتم الرؤية من خلالها، وتقع في أعلى الأسطوانة المعدنية.
2. **العدسة الشيئيّة** : عدسات مختلفة التكبير مثبتة على قرص متحرك قريبة من الشيء المراد تكبيره
3. **المنضدة** :هي السطح الذي يتمّ وضع الشرائح المراد فحصها عليها.
4. **المكثف** :هو جزء موجود أسفل المنضدة يعمل على تجميع الضوء الموجه إلى الشريحة، ومن خلاله يمكن التحكّم بكمية الضوء الواصلة إلى الشريحة.
5. **الحجاب الحدقي** :هو جزء موجود على السطح السفلي من المنضدة، ويتم من خلاله تنظيم كمية الضوء الواصلة إلى العدسة الشيئيّة.
6. **قرص تحريك العدسات**: هو عبارة عن جزء دائري يستعمل لتغيير أوضاع العدسات الشيئيّة.
7. **الضابط الكبير** :عبارة عن عجلة كبيرة على جانب المجهر تستعمل من أجل التحكّم في المسافة ما بين العدسات الشيئيّة والمنضدة.
8. **الضابط الصغير** :عجلة صغيرة موجودة أيضاً على جانب المجهر تستعمل للحصول على تفاصيل دقيقة من العيّنة.
9. **مصدر ضوء (المرآة)** : تستخدم المرآة لعكس الضوء وتوجيهه إلى الشريحة وقد يستخدم أيضاً مصدر ضوء عوضاً عنها.
10. **مثبت الشريحة** : قطعة معدنية تستخدم لتثبيت الشريحة
11. **الضاغطان** :يستعملان لتثبيت الشريحة على المنضدة.
12. **الذراع** :هي الدعامة المستخدمة لحمل المجهر.
13. **القاعدة** :هي الجزء الذي يستند عليه المجهر[18].



الشكل رقم 1. 10:صورة توضح أجزاء المجهر الضوئي المركب

-المجهر الالكتروني :

هو ادق مجهر اخترع الى اليوم اين يعتمده العلماء في مختلف الاكتشافات و العلوم ويعتبر المجهر الالكتروني تطبيقا عمليا فعالا لمبادئ الالكترون المجهري حيث يتصف بان له قوة تكبير اكبر بكثير من التكبير الذي تصل اليه المجاهر الضوئية (قوة تكبير عالية جدا تصل الى اكثر من مليون مرة). يستخدم حزمة من الإلكترونات بدلاً من الضوء لتشكيل الصورة.أما العدسات المستخدمة فيه هي عدسات كهرومغناطيسية[19].

-ينقسم المجهر الالكتروني الى نوعان وهما : "المجهر الاكتَّروني النافذ "و "المجهر الالكتروني الماسح"

-المجهر الاكتَّروني النافذ Transmission Electron microscope : (TEM)

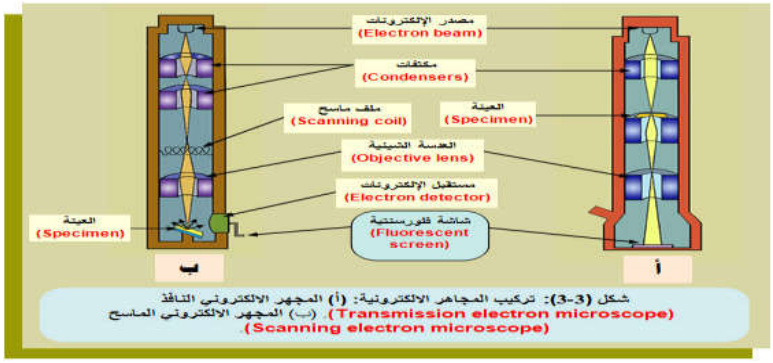
-يستخدم لدراسة المحتويات الداخلية للخلية وهو من اقوى المجاهر وادقها حيث تصل قوة التكبير فيه 2.5 مليون مرة يتميز بان له نفاذية فائقة جدا يعتمد على طاقة الالكترونات في تشكيل صور تحمل معلومات للتركيب البلوري للمادة المدروسة ،الا ان من سلبياته أنه لا نستطيع استعماله لرؤية العينات وهي حية.[19]

– المجهر الالكتروني الماسح scanning electron microscope (SEM):

يستخدم لدراسة السطح الخارجي للخلية وهو من المجاهر الحديثة .حيث يستعمل المجهر الالكتروني الماسح حزمة الكترونية ضيقة لمسح النموذج البيولوجي وهذه الحزمة تتحرك الى الامام والخلف اثناء عبورها العينة التي سوف تبعث الالكترونات ثانوية تستخدم لتكوين الصورة.في المجهر الالكتروني الماسح تظهر الصورة بأبعادها الثلاث وهو تقريبا له نفس تركيب المجهر الالكتروني الماسح من حيث العدسات ومصدر الاضاءة حيث تصل قوة التكبير فيه مليون مرة[19][20].

–أجزاء المجهر الالكتروني:

1. **مدفع الالكترونات** :عبارة عن سلك رفيع من مادة التنغستين التي يتم تسخينها لكي تطلق الإلكترونات.
2. **عدسات مغناطيسية** : تتحكم في شكل شعاع الالكتَّرونات و عدسة مكثفة لتحديد قطر وشدة الشعاع وعدسة شيئية لتكبتَ الصورة.
3. **ملفات المسح** :تستخدم للتحكم في مسار شعاع الالكترونات لمسح الجزء الصغير من سطح العينة.
4. **قاعدة تثبيت العينة** : عبارة عن قاعدة يتم التحكم من خلال لوحة التحكم الرئيسية ليتم تحريكها أفقيا و عموديا.
5. **كاشف الالكترونات** : يثبت فوق العينة لاستقبال الالكتَّرونات المرتدة على سطحها
6. **اجهزة اخرى** : مضخم إشارة , أنبوب اشعة كاثودية[20].



الشكل رقم 1. 11: رسم تخطيطي لمكونات المجهر الالكتروني (أ– النافذ، ب– الماسح)

الفصل الثاني :

الظواهر الكهروحرارية

في المادة الصلبة

2 –1 مقدمة:

تعتبر الكهرباء الحرارية او التحويل الحراري مصدر من مصادر الطاقة المتجددة الحديثة، تعتمد على تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة كهربائية , ويتم فيها انتقال الحرارة من مصدر اعلى الى مصدر اقل داخل المادة وذلك عن طريق ظاهرة تدعى "الانتقال الالكتروني ". ولهذا سنقوم في هذا الفصل بدراسة كل من مفهوم الظواهر الكهرو حرارية والانتقالات الحرارية [10]

2 –2 تعريف الحرارة :

هي أحد أشكال الطاقة التي تُعبر عن مستوى حركة العناصر المكونة للأجسام والتي يمكن نقلها من جسم لآخر، تنتقل الحرارة تلقائياً من الأجسام التي تكون درجة حرارتها مرتفعة إلى الأجسام منخفضة درجة الحرارة للوصول إلى حالة توازن بينهما، أما انتقال الحرارة بين الأجسام المتساوية في درجة الحرارة أو من الأجسام منخفضة درجة الحرارة إلى الأجسام مرتفعة درجة الحرارة فيمكن حدوثه ،إلا أنه يحتاج لبذل شغل أو لمضخة حرارية. يعتقد البعض أن الحرارة ودرجة الحرارة مترادفان يُعبران عن المصطلح ذاته، إلا أن الحرارة ودرجة الحرارة بالرغم من ارتباطهما ببعضهما البعض يعبران عن مفهومَين مختلفَين؛ إذ يُشير مفهوم الحرارة إلى الطاقة الحرارية التي يختزنها جسم ما، بينما درجة الحرارة هي مقياس لمقدار هذه الطاقة[16].

2 –3 طرق انتقال الحرارة :

تنتقل الحرارة بثلاث طرق وهي التوصيل الحراري، وتيارات الحمل الحراري والإشعاع الحراري، وفيما يلي بعض المعلومات الموجزة عن طرق النقل الثلاث[16]:

2 –3–1 التوصيل الحراري"Heat Conduction " [22][23]:

يُقصد بالتوصيل الحراري انتقال الحرارة عبر الأجسام الصلبة نتيجة اهتزاز وحركة الذرات والجزيئات في جسم ما؛ مما يؤدي إلى نقل جزء من طاقتها الحرارية إلى الذرات والجزيئات المجاورة لها، ويمكن توضيح ذلك بما يحدث عند تسخين طرف قضيب معدني، فتكتسب الذرات المكونة له طاقة تُمكنها من الاهتزاز و نقل طاقتها للذرات القريبة منها والتي بدورها تكتسب طاقة وتهتز وتنقل طاقتها للذرات المجاورة لها، وهكذا إلى أن يفقد الطرف

الساخن جزءاً من حرارته، يتلاشى الفرق في درجة حرارة أجزاء القضيب بمرور الوقت ويقترب من حالة التوازن الحراري، تعتمد قدرة المواد على نقل الحرارة على درجة توصيلها للحرارة أو ما يُسمى الناقلية، أو الموصلية الحرارية ، فكلما ازدادت الناقلية الحرارية للمادة ازدادت كفاءتها في التوصيل الحراري، وتُعد المعادن من المواد ذات التوصيل الحراري العالي، ويتناسب التوصيل الحراري فيها طردياً مع التوصيل الكهربائي (مع وجود استثناءات)، فالألماس على سبيل المثال يتميز بموصلية حرارية عالية؛ لكن توصيله الكهربائي ضعيف، ومن الجدير بالذكر أن قِيَم الناقلية الحرارية للمواد تكون شديدة الأهمية في مجال إنشاء المباني المعزولة حرارياً.

2 –3–2 تيارات الحمل الحراري "[22][24]:

هو وسيلة انتقال الحرارة والكتلة في آن واحد في الموائع (السوائل والغازات)؛ نتيجة اختلاف درجة حرارة المادة وبالتالي كثافتها، ومن الأمثلة المعروفة على تيارات الحمل الحراري ما يحدث عند تسخين الماء في وعاء على الموقد، فعندما يسخن الماء القريب من مصدر الحرارة يكتسب طاقة حركية وتقل كثافته فيرتفع لسطح الوعاء، وعند السطح يبرد الماء قليلاً نتيجة التبخر فتنزل بعض جزيئات الماء للأسفل، وتتكرر العملية حتى يسخن الماء كله، ويوجد نوعان من أشكال الحمل الحراري وهي:

2 –3–2–1 الحمل الحراري الحر أو الطبيعي

وهي تيارات الحمل التي تنشأ عن قوة طفو السوائل نتيجة اختلاف درجة حرارتها واختلاف كثافتها بدون تدخل قوى خارجية.

2–3–2–2 الحمل القسري

وفيه تنتقل دقائق السائل نتيجة وجود تيارات قسرية تُولدها قوى خارجية أو أجهزة، مثل المراوح و المضخات، كما يحدث عند تسخين الطعام في فرن مُزود بمروحة تعمل على نقل الهواء الساخن بشكل أسرع مما قد يحدث بشكل طبيعي نتيجة التسخين بدون وجود المروحة.

2 –3–3 الإشعاع الحراري[23][22]

يُعرَف الإشعاع الحراري بأنه طريقة انتقال الطاقة الحرارية على شكل إشعاع كهرومغناطيسي ينتقل بسرعة الضوء في جميع الاتجاهات دون الحاجة إلى وجود وسط مادي لحمله، ومن الأمثلة عليه انتقال حرارة الشمس إلى الأرض. يتراوح الطول الموجي للإشعاع الحراري ما بين الطول الموجي الأكبر وهو الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء، إلى الطول الموجي الأقصر للأشعة فوق البنفسجية، مروراً بالضوء المرئي الذي يقع بينهما، وتعتمد كمية الطاقة التي يحملها الإشعاع علي طبيعة السطح الباعث للأشعة ودرجة حرارته. من الأمثلة على انتقال الحرارة بالإشعاع تدفئة المنزل بموقد مفتوح، إذ تتولد من الطوب الساخن و الفحم واللهب إشعاعات حرارية تنتقل مباشرة إلى الأجسام في الغرفة، ولا يمتص الهواء إلا القليل من الحرارة.

2 –4 المزدوجة الحرارية

2 –4–1 تعريف المزدوجة الحرارية:

هي جهاز كهربائي يتكون من اثنين من الموصلات الكهربائية غير المتماثلة التي تشكل الوصلات الكهربائية في درجات حرارة مختلفة. تنتج المزدوجة الحرارية الجهد الذي يعتمد على درجة الحرارة نتيجة للتأثير الكهروضوئي، ويمكن تفسير هذا الجهد لقياس درجة الحرارة. المزدوجات الحرارية هي نوع يستخدم على نطاق واسع من أجهزة استشعار درجة الحرارة.

المزدوجات الحرارية التجارية غير مكلفة، قابلة للتبديل، يتم توفيرها مع موصلات قياسية، ويمكن قياس مجموعة واسعة من درجات الحرارة. على عكس معظم الطرق الأخرى لقياس درجة الحرارة، فإن المزدوجات تعمل بالطاقة الذاتية ولا تتطلب أي شكل خارجي من الإثارة. القيد الرئيسي مع المزدوجات الحرارية هو الدقة. يمكن أن يكون من الصعب تحقيق أخطاء النظام التي تقل عن درجة واحدة مئوية.[25]

2 –4–2 طريقة عمل المزدوجة الحرارية

المبدأ العملي هو أن الفرق في درجة الحرارة بين اثنين من المعادن المختلفة ينتج توترا فولطيا صغيرا، وهذه الفولطية يجب أن تكون متناسبة مع درجة الحرارة في الوصلة ؛ يعرف هذا بتأثير سبيك. عن طريق قياس هذا التوتر

الفولطي، يمكن قياس درجة الحرارة المطابقة. عن طريق قياس هذا التوتر الفولطي، يمكن حساب درجة الحرارة يدويا أو يمكن عرضها مباشرة باستخدام أدوات العرض الإلكترونية كما هو الأمر عموما، وخلافا لغيرها من أجهزة الاستشعار، لا يتطلب جهاز استشعار المزدوجة الحرارية أي طاقة خارجية.

تستخدم عناصر المزدوجة الحرارية في جميع الاستعمالات الصناعية والتجارية حيثما هناك حاجة إلى قياس درجة الحرارة. [26]

2 -4-3 أنواع المزدوجة الحرارية:

من المعروف أن مختلف أجهزة استشعار المزدوجة الحرارية معروفة بأعداد نوعها مثل نوعT، K،N، Jالخ. والتي تستخدم في استعمالات مختلفة، نطاقات درجة حرارة مختلفة، الخ. ونذكر منها مايلي [26]:

-مزدوجة حرارية نوعK (نيكل-كروم / نيكل-ألوميل):

هذا هو النوع الأكثر شيوعا من المزدوجة الحرارية مع مجموعة واسعة من القياس بدءا من 200- إلى 1350 د.م

- نطاق درجة حرارة المزدوجة الحرارية من نوع K: 200-إلى 1350 د.م
- نطاق درجة حرارة تمديد الأسلاك من نوع K : 0 إلى 200 د.م

-مزدوجة حرارية نوع J (حديد / كونستنتان):

هذه أيضا يمكن أن تستخدم في نطاق واسع من درجات الحرارة، لكن لديها حياة أقصر في درجات حرارة عالية.

- نطاق درجة حرارة المزدوجة الحرارية من نوع J: -210 إلى 760 د.م
- نطاق درجة حرارة تمديد الأسلاك من نوع J : 0إلى 200 د.م

الشكل (2–1): صورة للمزودجة حرارية من نوعJ

–مزدوجة حرارية نوعT (نحاس / كونستنتان):

هذا النوع هو خاص بالنسبة للاستعمالات دون الصفر حيث أنه يعطي أفضل النتائج

- نطاق درجة حرارة المزدوجة الحرارية من نوع T هو : 270- إلى 370 د.م
- نطاق درجة حرارة تمديد الأسلاك من نوع T هو : 0 إلى 200 د.م

–مزدوجة حرارية نوع E (نيكل–كروم / كونستنتان):

النوع E هو أكثر دقة في درجات الحرارة المتوسطة

- نطاق درجة حرارة المزدوجة الحرارية من نوع E هو : 270- إلى 870 د.م
- نطاق درجة حرارة تمديد الأسلاك من نوع E هو : 0 إلى 200 د.م

–مزدوجة حرارية نوع (نيكورسيل / نيسيل):

النوع N يتوفر على خصائص مماثلة للنوع K لكنه أكثر استقرارا.

- نطاق درجة الحرارة الأكثر فعالية للمزدوجة الحرارية من نوعN: 270-إلى 392 د.م
- نطاق درجة حرارة تمديد الأسلاك من نوع N هو : 0 إلى 200 د.م

الشكل (2–2):صورة للمزدوجة الحرارية نوع N

–المزدوجات الحرارية من نوعR ، Sو B (المزدوجات الحرارية من المعادن النفيسة):

هذه معروفة باسم مزدوجات حرارية نفيسة المعادن وهي باهضة الثمن. هذه مناسبة خاصة بالنسبة للاستعمالات في درجة حرارة عالية جدا

- نطاق درجة الحرارة الأكثر فعالية للمزدوجة الحرارية نفيسة المعادن : 600 إلى 1300 د.م

–مزدوجة حرارية من نوع S (بلاتين روديوم – 10% / بلاتين)

يستخدم هذا النوع عندما يراد الحصول على نتائج مستقرة على نطاق واسع جدا من درجة الحرارة مع نتائج دقيقة بالتساوي

- نطاق درجة حرارة المزدوجة الحرارية من نوع S هو : 50- إلى 1480 د.م
- نطاق درجة حرارة تمديد الأسلاك من نوع S هو 0 إلى 200 د.م

الشكل (2–3):صورة للمزدوجة الحرارية من نوع S

2 –4–4 أنواع المزدوجة الحرارية

هناك عدة أنواع من المزدوجة الحرارية نذكر منها : [26]

- مزدوجة حرارية لاستعمال عام
- مزدوجة حرارية مع معدات ملحقة للأنابيب
- مزدوجة حرارية محمولة
- مزدوجة حرارية للحرارات العليا
- مزدوجة حرارية للتركيب السطحي

- مزدوجة حرارية وصلة انتقالية
- مزدوجة حرارية متعددة–النقاط
- مزدوجة حرارية للتركيب المغناطيسي
- مزدوجة حرارية للاستبدال
- أسلاك المزدوجة الحرارية
- سلك امتداد المزدوجة الحرارية.....الخ

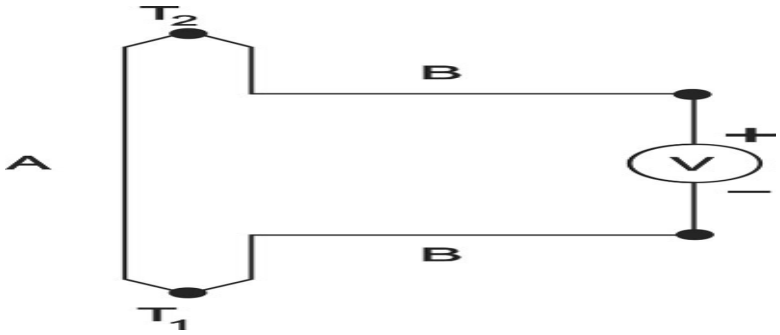
2 –5 الظواهر الكهروحرارية Thermoelectric effects :

تتناول الظواهر الكهرحرارية العلاقات المختلفة بين توليد قوة محركة كهربائية نتيجة وجود فرق في درجة الحرارة بالمادة نفسها أو عند الوصلة بين مادتين مختلفتين، سواء في اتجاه معين أم في الاتجاه المعاكس: بمعنى توليد فرق في درجة الحرارة عند تطبيق قوة محركة كهربائية.

حيث بينت التجربة أن اتصال معدنين مختلفين بالنوع في نقطتين مختلفتين بحيث يشكلان دارة مغلقة يؤدي إلى نشوء تيار كهربائي فيها إذا كانت درجتا حرارة نقطتي الاتصال مختلفتين. ويمكن لهذه الحالة أن تظهر في الاتجاه المعاكس أي عند مرور تيار كهربائي في هذه الدارة فإنه يسبب اختلافاً في درجتي حرارة نقطتي الاتصال. كما أن مرور التيار في الدارة السابقة يسبب توليد حرارة أو خسارة لها إذا كانت درجتا حرارة نقطتي التماس متساويتين. ومن جهة ثانية فإن مرور التيار في ناقل يحتوي على تدرج حراري وفق طوله يؤدي أيضاً إلى توليد أو خسارة في الحرارة؛ لهذا دعيت هذه الظاهرة باسم الظاهرة الكهرحرارية . وتتعلق خواص هذه الظاهرة بكل من نوعي المعدنين المستخدمين ودرجة حرارة نقاط الاتصال. يمكن الإشارة إلى أن مرور تيار كهربائي في ناقل درجة حرارته ثابتة – خلافاً لما ذكر– يؤدي إلى انتشار كمية من الحرارة متناسبة مع مربع شدة التيار المار في الناقل ولا تتعلق هذه الكمية بجهة مرور التيار، وهذه الظاهرة غير عكوسة. وبصورة عامة فقد جرت العادة عند دراسة الآثار الكهرحرارية التمييز بين ثلاثة آثار مرتبطة بهذه الظاهرة تستخدم في القياسات الحرارية و تحقق تحولات عكوسة بين الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية، هي أثر سيباك وأثر بلتيه وأثر تومسون [27] .

2-5-1أثر سيباك **Seebeck effect** :

عند وضع منطقتي التماس junction لمعدنين مختلفين A و B في درجتي حرارة مختلفتين T_1 و T_2 (الشكل 2-4)، تنشأ في الدارة قوة محركة كهربائي(electromotive force (emf)تتعلق قيمتها بخصائص المعدنين ودرجتي حرارة منطقتي التماس. هذه الظاهرة تدعى أثر سيباك .



الشكل(2-4):يوضح طريقة عمل سيباك

فإذا كانت درجة حرارة إحدى منطقتي التماس ثابتة و تساوي درجة حرارة انصهار الجليد مثلاً (الصفر المئوي) تتغير قيمة القوة المحركة الكهربائية بتغيّر درجة حرارة منطقة التماس الثانية وفق العلاقة (1) :

$$\varepsilon = \alpha_1 t + \frac{1}{2} \alpha_2 t^2 \qquad (1)$$

حيث تمثل t درجة حرارة المنطقة الثانية مقدرة بالسلسيوس (c)، α_2 و α_1 ثوابت تتعلق بنوع المعادن المختلفة المستعملة. أما إذا اختلفت درجة حرارة منطقة التماس الأولى عن الصفر، فعندها يجب تصحيح المعادلة السابقة بإضافة حد يبين مقدار التغير في قيمه المقابلة emf .

يمكن أن تحدث هذه الظاهرة أيضاً في حالة سلك وحيد يحتوي على تدرج حراري وفق طوله. فعند وجود فرق في درجة الحرارة قدره ΔT بين طرفي السلك، فإنه يسبب خللاً في التوازن الحراري وينشأ تيار حراري $I_Q=dQ/dt$. وهذا يسبب ازدياداً في قيمة الأنتروبية (التي هي خارج قسمة كمية الحرارة المتبادلة بدرجة حرارة المنبع الذي يبادلها) عند الطرف البارد للسلك، على حين تنخفض قيمة الأنتروبية عند الطرف الساخن. أي

يمكن القول إنه نشأ تيار من الأنتروبية عبر السلك. يعرّف تيار الأنتروبية بأنه تيار العشوائية المنتقلة عبر السلك و يرمز له I_S. و يمكن التعبير عن تغير الأنتروبية بالعلاقة (2) :

$$\frac{dS}{dt} = I_Q \frac{\Delta T}{T^2} = I_S \frac{\Delta T}{T} \qquad (2)$$

تمثل المعادلة الثانية تعريفاً لتيار الأنتروبية بافتراض معامل ناقليتها هو نفسه معامل الناقلية الحرارية، وبالتالي فإن $I_S=I_Q / T$: كذلك عند تطبيق فرق في الكمون قدره ΔV على طرفي السلك ينشأ تيار كهربائي I يسبب اختلاف درجة حرارة نهايتي السلك، وبالتالي تغير في تيار الأنتروبية وفق العلاقة (3) :

$$\frac{dS}{dt} = I \frac{\Delta V}{T} \qquad (3)$$

حيث تمثّل $I\Delta V$ كمية الحرارة المتولدة في واحدة الزمن.

في الحالة العامة عند تطبيق كل من ΔT و ΔV في آن واحد على طرفي السلك سيكون معدل تغير الأنتروبية مجموعهما، أي يساوي:

$$\frac{dS}{dt} = I_S \frac{\Delta T}{T} + I \frac{\Delta V}{T} \qquad (4)$$

وعندما يكون الابتعاد عن حالة التوازن صغيرا " بحيث تبقى التحولات عكوسة " أي عندما يكون تغير درجة الحرارة وتغير فرق الكمون صغيرين كفاية، تكتب العلاقة التي تربط التيار الكهربائي وتيار الأنتروبية بدرجة الحرارة وفرق الكمون كما يلي :

$$I_S = L_{11} \frac{\Delta T}{T} + L_{12} \frac{\Delta V}{T}$$
$$I = L_{21} \frac{\Delta T}{T} + L_{22} \frac{\Delta V}{T} \qquad (5)$$

يستفاد من هذا الأثر في قياس درجات الحرارة باستعمال المزدوجات الكهروحرارية بعد معايرتها.[27]

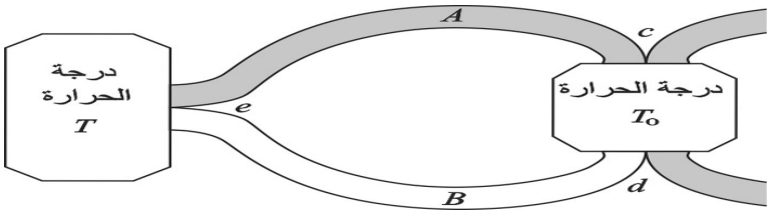
2-5-2 أثر بلتيه Peltier effect

يعدّ أثر بلتيه معكوس أثر سيباك. فعند وضع نقطتي تماس معدنين مختلفين في درجة الحرارة نفسها، ثم إغلاق هذه الدارة بوصلها إلى مولد تيار كهربائي مستمر خارجي يسبب مرور تيار كهربائي فيها فرقاً في درجتي حرارة نقطتي التماس، أي تنخفض درجة حرارة إحدى نقطتي التماس وترتفع درجة حرارة نقطة التماس الأخرى، وعند عكس جهة التيار الكهربائي المار في الدارة يحدث انقلاب في تغير درجتي حرارة نقطتي التماس. تدعى هذه الظاهرة أثر بلتيه. وتتميز هذه الظاهرة بأنها عكوسة خلافاً لأثر جول الحراري. ومن جهة ثانية تُعرف كمية الحرارة اللازم تطبيقها على هذه الدارة لإعادة درجة حرارة نقطتي التماس إلى ما كانت عليه في البداية بحرارة بلتيه ، وتتناسب كمية حرارة بلتيه طرداً مع شدة التيار الكهربائي المار في الدارة I وفق العلاقة:

$$\varepsilon = P.I \qquad (1)$$

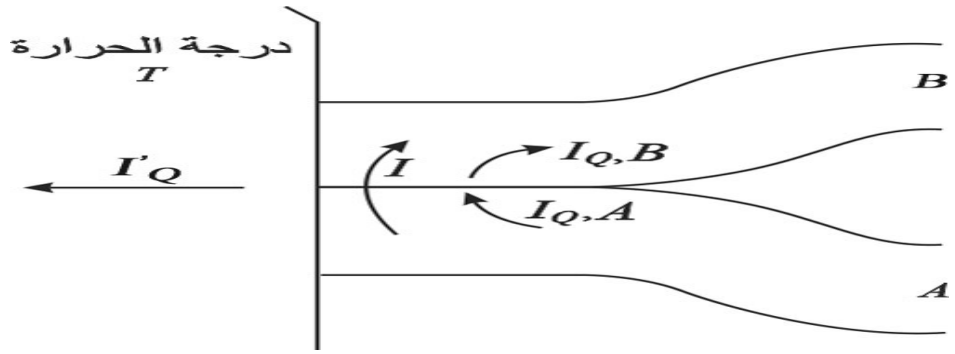
حيث يمثل المقدار P معامل بلتيه وهو يتعلق بدرجتي حرارة وصلتي المعدنين المستخدمين ونوعهما. ونظراً لصغر كمية الحرارة المصاحبة لهذه الظاهرة مقارنة بكمية حرارة جول يتعذر قياسها مباشرة، وتُحسب من معامل بلتيه .

لتكن e نقطة اتصال حرارية بين سلكين معدنيين مختلفين A و B ودرجة حرارتها T(الشكل2-5) .



الشكل (2-5):يوضح نقطة اتصال حرارية بين سلكين لطريقة بيلتيه

وبهدف توضيح سلوك التيارات الحرارية عند النقطة e يمكن تفصيل ما يحدث عند نقطة التماس هذه أكثر وفق ما هو مبين في الشكل (2_6)



الشكل (2–6):يوضح مخطط لعمل بيلتيه

فمع أن الوصلة في درجة حرارة منتظمة يوجد تيار حراري I_{QA} يدخل إلى نقطة التماس وتيار حراري I_{QB} يخرج من تلك النقطة، وهذان التياران ينتقلان معاً ومع التيارالكهربائي .I ويعود سبب نشوء مثل هذه التيارات بثبات درجة الحرارة إلى اختلاف ما يعرف بكهرسلبية المعدن التي تعرف بميل المادة لضم الإلكترونات إليها. أما جهة هذه التيارات فتكون من السلك A إلى B .

العلاقة بين التيارات الحرارية المختلفة عند نقطة التماس I_{QA} و I_{QB} و I_Q وحرارة جول المنتشرة تعطى بالعلاقة (2) :

$$I'_Q = RI^2 + (I_{QA})_{\Delta T=0} - (I_{QB})_{\Delta T=0} \qquad (2)$$

حيث تمثل R مقاومة نقطة التماس، و $(I_{QA})_{\Delta T=0}$ التيار الحراري عند ثبات درجة الحرارة للسلكA ، $(I_{QB})_{\Delta T=0}$ التيارالحراري عند ثبات درجة الحرارة للسلك .B وبحسب تعريف كمية حرارة بلتيه:

$$P_{AB}\, I = I'_Q - RI^2 = (I_{QA})_{\Delta T=0} - (I_{QB})_{\Delta T=0} \qquad (3)$$

$$P = \frac{I_{QA} - I_{QB}}{I} \qquad (4)$$

واستناداً إلى المعادلة (6) في أثر سيباك يكون:

$$I_{QB} = ITS_B^* \text{ و } I_{QA} = ITS_A^* \qquad (5)$$

بوضع المعادلة (5) في المعادلة (4) تصبح:

$$P = \frac{IT\,(S_A^* - S_B^*)}{I} = T\,(S_A^* - S_B^*) \qquad (6)$$

وباستعمال المعادلة (9) الواردة في أثر سيباك تأخذ المعادلة (6) الشكل:

$$\frac{P_{AB}}{T} = \frac{d_{\varepsilon_{AB}}}{dT} \qquad (7)$$

تبين هذه المعادلة أنه يمكن حساب القوة المحركة المتولدة باستخدام ثابت بلتيه. مما سبق يتبين أن أثر بلتيه يحدث بشكل معاكس لأثر سيباك، وهو يستعمل الآن في تبريد الأدوات الصغيرة مثل الدارات الإلكترونية في الحاسوب.....الخ[27].

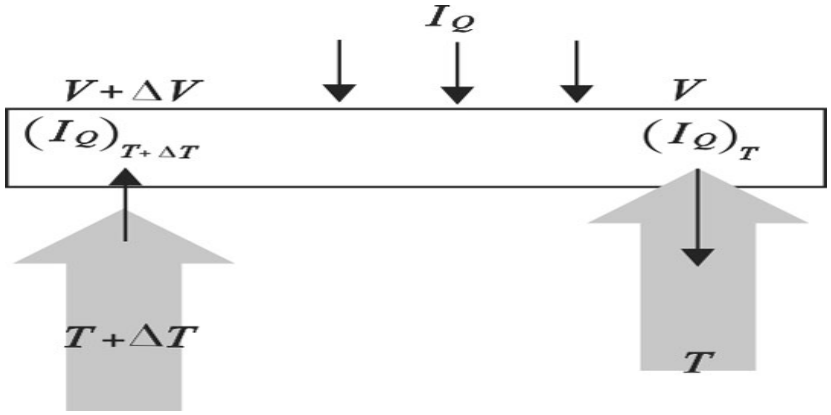
3-5-2 أثر تومسون Thomson effect :

أثر تومسون هو ظهور قوة محركة كهربائية نتيجة وجود تدرّج حراري في سلك مصنوع من المادة نفسها، لذلك يمكن أن يظهر مع انتقال كمية الحرارة على طول كل من سلكي المزدوجة الكهرحرارية حتى في حال عدم مرور تيار كهربائي فيها. في الحالة العادية عند انتقال كمية من الحرارة في سلك يصل بين منبعين حراريين ينشأ تدرّج منتظم في درجة الحرارة إذا كان السلك منتظم المقطع. فقد لاحظ تومسون عام 1854م وجود اختلاف بين كمية الحرارة المقيسة تجريبياً والحسابات الترموديناميكية النظرية، كما لاحظ أن التوزع الحراري على كل سلك يختلف اختلافاً بعيداً عن تفسير أثر جول الحراري، لذلك سميت هذه الظاهرة باسمه. يمكن تعريف حرارة تومسون بأنها كمية الحرارة التي يجب تقديمها أو سحبها وفق طول أسلاك المزدوجة الكهرحرارية، أو سلك معيّن، بغية إعادة التوزع الحراري إلى ما كان عليه قبل مرور التيار. إن كمية حرارة تومسون المنتقلة إلى جزء صغير من السلك الذي يمر فيه تيار شدته I ويسبب له تغيراً في درجة الحرارة بمقدار dT تعطى بالعلاقة:

$$\varepsilon = \sigma \,.\, I \,.\, dT \qquad (1)$$

حيث يمثل المقدار σ معامل تومسون ، وهو يتعلق بنوع السلك ومتوسط درجة حرارة الجزء المدروس. وبالتالي لقياس مقدار حرارة تومسون في جزء صغير من أي سلك يجب إحداث تدرج حراري معلوم في هذا الجزء، ثم إمرار تيار كهربائي معلوم أيضاً في هذا الجزء على التوالي إما باتجاه التدرج الحراري وإما بعكسه لاستخلاص كمية حرارة تومسون، إذ إن كمية حرارة جول لاتتغير بتغير جهة التيار خلافاً لما يسببه أثر تومسون.

ولفهم أثر تومسون يؤخذ جزء صغير من سلك فرق درجة الحرارة بين طرفيه ΔT وكذلك فرق الكمون ΔV كما في الشكل (2_7).



الشكل (2–7):يوضح طريقة عمل تومسون

وعندما يمر تيار شدته I في السلك فإن التيار الحراري $I_{Q,T,\Delta T}$المار في الجزء الساخن من السلك سوف يختلف عن التيار الحراري المار في الجزء البارد $I_{Q,T}$. إن التيار الحراري I_Q الذي يقاس بامتصاصه على طول السلك زيادة على كمية حرارة جول $(I\Delta V)$ أو$I^2\,\Delta R$ حيث ΔR المقاومة الكهربائية لجزء السلك) المقدمة للحفاظ على الفرق نفسه لدرجة الحرارة الموجودة في حالة انعدام التيار الكهربائي؛ يمثل حرارة تومسون بواحدة الزمن. إن نسبة كمية حرارة تومسون المنتقلة هي $\sigma I\,\Delta T$. لذلك تكتب كمية الحرارة الكلية على الشكل:

$$I'_Q = I\Delta V + (I_Q)_{T+\Delta T} - (I_Q)_T \qquad (2)$$

وعندما تكون درجة الحرارة منتظمة T فإن معامل انتقال الأنتروبية S^* يكون:

$$S^* = \frac{I_S}{I} = \frac{I_Q}{IT}$$

وبالتالي:

$$I_Q = ITS^*$$

أما إذا كانت درجة الحرارة غير منتظمة فإن S^* تأخذ قيماً مختلفة في نقطتين مختلفتين من السلك. وعند درجة الحرارة $T + \Delta T$ يكون:

$$(I_Q) = I(T + \Delta T) + \left(S^* + \frac{dS^*}{dT}\right) \Delta T \qquad (3)$$

في حين تعطى كمية الحرارة الممتصة على طول السلك بالعلاقة:

$$I'_Q = I^2 \Delta R + IT \frac{dS^*}{dT} \Delta T \qquad (4)$$

من المعادلة (1) يتبين أن حرارة تومسون تساوي:

$$\sigma . I . \Delta T = -\left(I'_Q - I^2 \Delta R\right) \qquad (5)$$

بالاستفادة من المعادلة (4) يمكن كتابة معامل تومسون على الصورة:

$$\sigma = -T \frac{dS^*}{dT} \qquad (6)$$

بتطبيق المعادلة (6) على مزدوجة كهر حرارية مؤلفة من سلكين A و B كما في أثر بلتيه تأخذ المعادلة (6) الشكل :

$$\sigma_A - \sigma_B = -T \frac{d}{dT}\left(S_A^* - S_B^*\right) \qquad (7)$$

يمكن إيجاد العلاقة التي تربط بين معامل تومسون و القوة المحركة الكهربائية المتولدة وفق المعادلة (9) من أثر سيباك ليتبين أن:

$$\sigma_A - \sigma_B = -T \frac{d^2 \varepsilon_{AB}}{dT^2} \qquad (8)$$

يستفاد من أثر تومسون في إجراءات المعايرة والتصحيح عند استعمال مزدوجات كهرحرارية لقياس درجة الحرارة. إضافة إلى أهميته النظرية عند مقارنة سلوك المعادن والمواد المختلفة، وكذلك عند البحث عن مواد جديدة ذات مردودات عالية سواء في التبريد أم في توليد قوى محركة كهربائية اعتماداً على فروق في درجات الحرارة[27]

2 –6 انتقال الالكتروني Electronic transition :

تعرف حركة الاكترونات داخل المادة على انها كمية ترتبط بسرعة الجر والحقل الكهربائي المسلط على المادة , حيث تتوزع الالكترونات في حزم طاقوية كما هو معروف , فعند درجة حرارة صفر مطلق لا تستطيع الالكترونات التحرك خلال المادة لان جميعها مرتبطة بشدة الى ذراتها وبالتالي فانها تملأ حزمة التكافؤ من اقل مستوى الى اعلى مستوى من الطاقة , وبعبارة اخرى فان حزمة التوصيل عند درجة حرارة صفر المطلق تكون فارغة وهذا يعني انه لا يوجد طاقة كافية عند أي الكترون كي ينتقل في حزمة التوصيل ومن جهة اخرى عند ارتفاع درجة الحرارة فوق الصفر المطلق فان الطاقة الحرارية التي سوف تكتسبها الالكترونات ستمكن بعض من هذه الاخيرة من الافلات من ذراتها والانتقال الى حزمة التوصيل حيث تستطيع هناك التحرك في المدارات ذات انصاف اقطار اكبر ويكون ارتباط هذه الالكترونات للذرات ضعيفا عندما تكون في حزمة التوصيل فعند تسليط فرق جهد عبر موصل فانه سوف يتولد مجالا كهربائيا داخل الموصل الذي يعمل على تعجيل الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل بسبب القوة التي تتعرض لها , وهناك نوعان من الانتقال الالكتروني مباشر وغير مباشر[10] .

2–7 المقاومية الكهربائية Electrical Resistivity:

هي خاصية فيزيائية تمثل مقياس لمدى قوة المادة لتعارض تدفق تيار كهربائي اثناء مروره بالموصل , حيث تحول الطاقة الكهربائية الى حرارية او ضوئية او اشكال اخرى من الطاقة وهي مقلوب الناقلية ويرمز لها بالرمز ρ ووحدتها (Ω/m).

لنفرض لدينا موصل طوله L ومساحة مقطعه S ومقاومته الكهربائية R تعطى العلاقة كالتالي :

$$R= \rho. L/S \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$P=1/\sigma \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث تمثل σ الناقلية الكهربائية للموصل

تتأثر قيمة المقاومية الكهربائية بعدة عوامل نلخصها في ما يلي :

- درجة الحرارة :فعند ارتفاع درجة الحرارة يزيد احتمال اصطدام الالكترونات الحرة فذرات المادة
- وجود العيوب البلورية والشوائب
- طبيعة المعدن الموصل
- الاشعاعات الكهرومغناطيسية : فعند تطبيق مجال مغناطيسي يتم تسريع الاكترونات في اتجاه القطبين هذا مما يؤدي الى تناقص المقاومية في الموصل[10] .

الفصل الثالث

النتائج و المناقشات

3 –1 مقدمة:

سنقوم في هذا الفصل بدراسة خصائص الكهروحرارية للسبيكة المدروسة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ حيث سنقوم بقياس كلا من المقاومية الكهربائية ومعامل سيباك بدلالة درجة الحرارة وذلك باستخدام برنامج labview وهو برنامج يمتاز بسهولة جمع العديد من الخصائص التجريبية، وترجمتها الى منحنيات قابلة للشرح والتفسير. كما يسمح بالتحكم في تغيير الشروط التجريبية بالإضافة الى انه يمتاز بالدقة العالية في قياس خصائص المعادن والسبائك المدروسة ويقوم بحفظ النتائج المتحصل عليها في حاسوب.

3 –2 الجانب التطبيقي:

3 –2–1 التعريف بالعينة:

العينة التي قمنا بدراستها هيا عبارة عن مزيج معدني يأخذ شكل شريط لا بلوري تما تحضيره بالعناصر التالية:

Fe(الحديد)Nb(النيبيوم)Cu(النحاس)Si(السليكون)B(البورون)

الشكل رقم 3. 1: يمثل صورة للعينة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ اللابلورية

3 –2–2 مبدأ العمل:

تمت التجربة بواسطة فرن ذو درجة حرارة عالية تقدر ب1400°C تم وضع السبيكة المدروسة في شروط نظامية تحترم معايير القياسات، وذلك يكون باستخدام المزدوجة الحرارية من نوع K في كل المراحل يتم تغيير في درجة الحرارة من الدرجة العادية23°C الى 700°C حيث تعتمد هذه الطريقة في قياس درجة الحرارة كل مدة زمنية محددة وذلك عند طرفي ألعينة ولقياس المقاومة الكهربائية يمكننا استخدام عدة طرق من بينها طريقة méthode

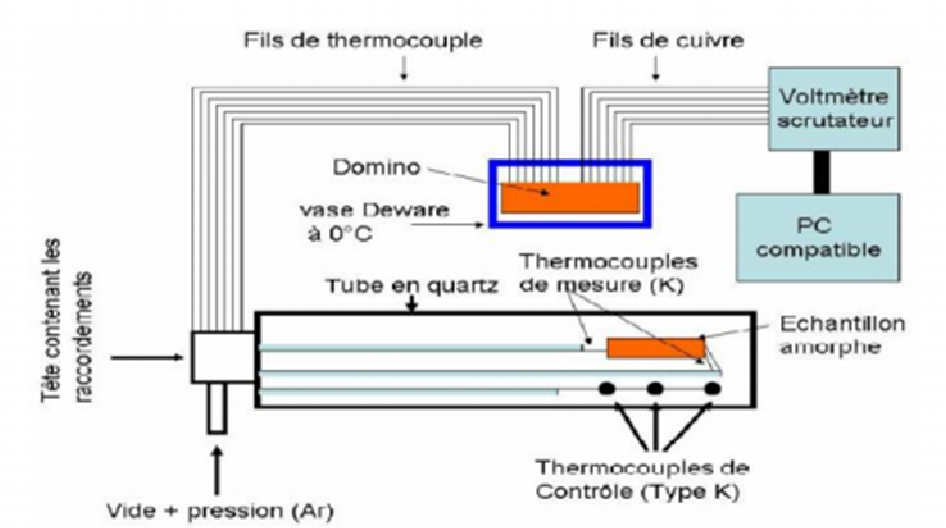
avec électrode (الالكترودات) وهيا طريقة تبسط لنا التحكم في الخصائص الالكترونية للسبائك، تعتمد على تحديد مقاومة العينة وذلك بواسطة الفولتمترية الكلاسيكية، ومن ثم نقوم بقياس فرق الكمون بين طرفي المقاومة المجهولة Rx وربطها بمقاومة مرجعية Re ربطا متسلسلا اينما يمر التيار عبره.

اما لمعرفة قيمة معامل سيباك يتم بتوصيل العينة بمسخن حراري في احد اطرافها، ونربط الطرف الاخر بنقطة مرجعية حيث يولد التدرج الحراري قوة دافعة كهربائية تظهر على شكل فرق جهد على الطرفين[9][10].

الشكل رقم 3. 2: يمثل مقطع للعينة اثناء المعالجة

3 –3 التركيب التجريبي:

يوضح الشكل التالي الدائرة الكهروحرارية المستخدمة في قياس معامل السيباك S:



الشكل رقم 3. 3: يوضح رسم التخطيطي للتركيب التجريبي

يستعمل في هذا العمل برنامج قياس يطلق عليه اسم labview حيث يقوم بترجمة المعطيات الى منحنيات مع استخدام نظام xp و keith ley.

LABVIEW: هو برنامج قياس متطور يترجم المعطيات ويسهل قراءتها وتفسيرها.

Keithley: هو جهاز متعدد القياسات (الفولط متر،امبيرومتر،اوم متر.....).

التركيب التجريبي يحتوي على فرن حراري وهو فرن تما تركيبه في المخبر الفرنسي في مخبر المواد المكثفة بجامعة ماتز (MATEZ) إلا انه يمكننا استعماله لقياس القومية الكهربائية ومعامل سيباك حيث تتوفر فيه الشروط اللازمة لدقة التجربة كالاستقرار الحراري والتوزيع المنتظم في درجة الحرارة.

الفرن المستخدم يتكون في الدراسة من أنبوب مركزي مصنوع من مادة جد مقاومة للحرارة محاطة بأسلاك من العناصر الساخنة(les élements chauffants) والكل محاط بأنبوب كبير اكبر من الأول ثم أنبوب ثالث مصنوع من حديد (ACIER)اكبر من الأول والثاني فدرجة حرارة الفرن تصل إلى 1400°C صالحة من اجل قياس كل الخصائص الكهروحرارية للسبيكة المدروسة.

يتم استخدام مضخة للتفريغ من اجل إزالة جميع الغازات والشوائب المتواجدة حول السبيكة تفاديا لأي تفاعل خارجي كالأكسدة عند ارتفاع في درجة الحرارة مستخدمين في هذه العملية غاز الأرغون وهو غاز خامل لعدم تفاعله مع العينات. استعمل في تفريغ الأنبوب المصنوع من الكوارتز.

واستعمل كذلك في التجربة المزدوجات الحرارية وهي عنصر أساسي لقياس معامل سيباك تتكون عادة من سلكين مصنوعين من مادتين معدنيتين مختلفتين كالكروم والألمنيوم، حيث يحدث فرق في درجتي الحرارة بين طرفي الوصلتين اين توصل العينة بنهاية الموصلين فقط. إذ تعتبر المصدر الرئيسي لتوليد القوة الدافعة الكهربائية، ومسخن حراري ملفوف بين أسلاك المزدوج الحراري لإنشاء تدرج طفيف لدرجة الحرارة أثناء إجراء التجربة؛ واستخدم عاكس اتجاه التيار وهو جهاز صنع في المخبر الهدف منه تغيير اتجاه التيار الكهربائي عند مروره عبر العينة في عملية قياس المقاومية وذلك لإجراء عملية مسح للاتجاهين.

للتحكم في ضغط غاز الأرغون استعملت مجموعة من النانومتر مع مولد التيار الكهربائي بالإضافة إلى جهاز الحاسوب للتحكم في مراحل التجربة وتتبعها.

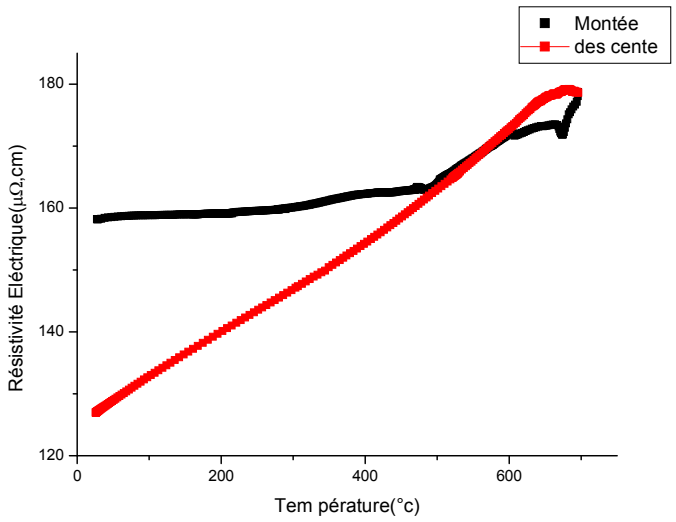
3-4 النتائج المتحصل عليها:

3 -4-1 نتائج وقراءة المقاومية الكهربائية :

من خلال ملاحظتنا للمنحى الموضح في الشكل رقم (3) منحنى المقاومية بدلالة درجة الحرارة لاحظنا ان المنحنى الاول باللون الاسود اي الصعود تكون درجة الحرارة عند الدرجة العادية **23°C** اين قيمة المقاومية الكهربائية 157μΩ/cm مع وجود ثبوت الى غاية تكون درجة الحرارة **500°C** ثم نلاحظ بعدها ارتفاع طفيف في المقاومية تقدرب : 157μΩ/cm وذلك الى غاية درجة الحرار **500°C** ، ويلاحظ بعدها انخفاض طفيف جدا عند درجة حرارة من **600°C** الى **650°C** وتقدر ب 167μΩ/cm. وتعود لتنخفض عند درجة حرارة **680°C** ومقاومية 162μΩ/cm، ثم بعدها نلاحظ ارتفاع قليل عند درجة الحرارة **700°C** ومقاومية تقدر بحوالي 170 μΩ/cm.

ثم نقوم بتبريد العينة تجنبا لتلفها نلاحظ عمد درجة الحرارة **700°C** ان قيمة المقاومية لا تزال في 170μΩ/cm مع وجود ثبوت الى غاية درجة حرارة **600°C**،ثم نلاحظ مزول تدريجي في المفاومية من الى 167μΩ/cm غاية 125μΩ/cm وذلك مابين درجة الحرارة **600°C** الى درجة الحرارة الاعتيادية **23°C**

نلاحظ عدم عودة العينة الى مسارها الاول وهذا مايفسر لنا ان العينة انتقلت من الحالة اللابلورية الى البلورية.

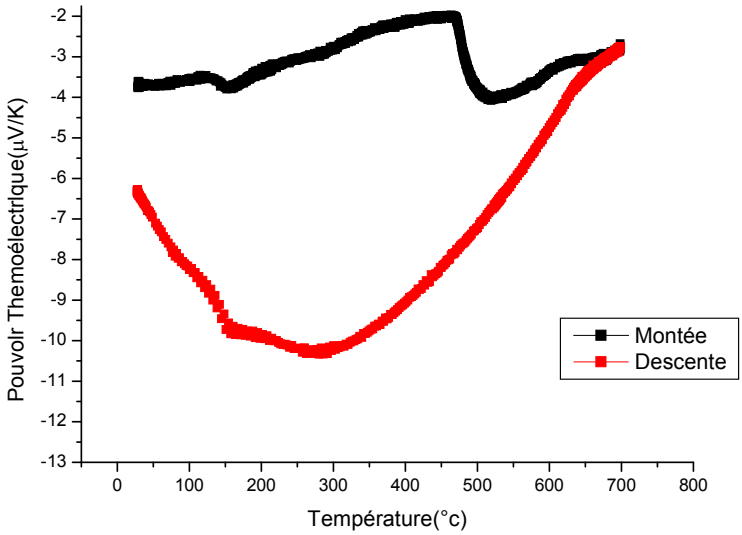


الشكل رقم 3. 4: منحنى المقاومية الكهربائية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ بدلالة درجة الحرارة

3 –4–2 نتائج وقراءة منحنى معامل سيباك:

نلاحظ من خلال المنحنى الموضح في الشكل رقم 4 أن معامل سيباك يأخذ القيمة 3.78µV/K بالإشارة السالبة وعند درجة الحرارة الاعتيادية 23°C مع وجود ثبوت إلى غاية درجة الحرارة 98c°ثم نلاحظ نزول طفيف عند درجة الحرارة 100°C عند وتكون قيمة سيباك 4µV/K ،ومن بعد ذلك عند درجة الحرارة 105°C نلاحظ ارتفاع سريع في قيمة معامل سيباك من 4µV/K الى 2µV/K ،وتكون درجة الحرارة في فترة الارتفاع مابين 105°C الى 350°C° وهنا تكون بداية تغير البنيوي للعينة مسببة انخفاض مفاجئ وسريع لمعامل سيباك مابين 2µV/K الى 4.8µV/K وتكون درجة الحرارة مابين 350°C الى 450°C ،ثم يلاحظ ويسجل ارتفاع أخر طفيف ومتواصل لمعامل سيباك إلى 2.9 µV/K وذلك عند درجة حرارة 700°C

ثم نقوم بعملية التبريد نلاحظ إن عملية النزول (الخط الأحمر) قيمة معامل سيباك هي نفسها أخر قيمة للصعود أين 2.9µV/K ثم ينخفض إلى 10.5µV/K وذلك إلى درجة الحرارة 300°C ،ثم نلاحظ ارتفاع تدريجي إلى أن يصل معامل سيباك 6.4 µV/K عند درجة الحرارة الأولى 23°C وذلك يدل على انتقال العينة من الحالة اللابلورية إلى البلورية.



الشكل رقم 3. 5:منحنى معامل سيباك للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ بدلالة درجة الحرارة

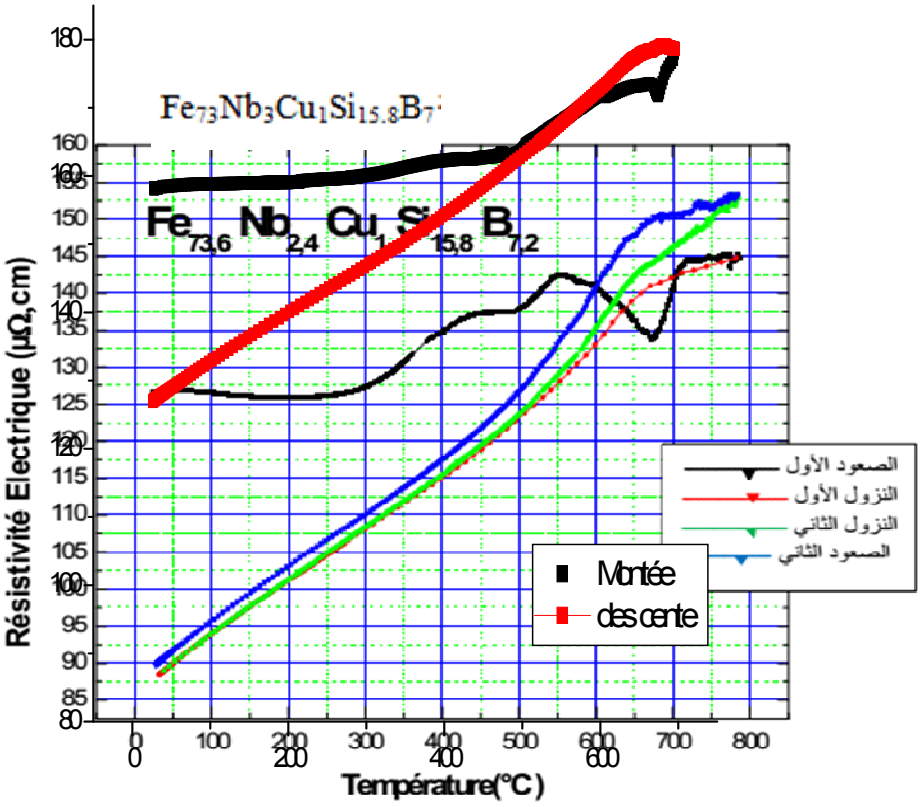
3-4-3 المقارنة بين منحنى معامل سيباك ومنحنى المقاومية الكهربائية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$

عندما قمنا بقراءة المنحنيين الموضحين في الشكلين رقم 4و 5 لكلا من معامل سيباك والمقاومية الكهربائية ومقارنتها توضح لنا ان كلا من المنحنيين حدث له تغير في الطور في ثلاثة مراحل عند نفس مجالات درجة الحرارة تقريبا.

فبين درجتي الحرارة $380°C-490°C$ كان التغيير الأول بالنسبة لمنحنى المقاومية الكهربائية كانت درجة الحرارة تقريبا تساوي $435°C$. يكون منحنى المقاومية ثابتا نسبيا، أما عند درجة الحرارة $380°C$ فينخفض معامل سيباك الى غاية تكون فيها درجة الحرارة $465°C$ ومنحنى المقاومية ينخفض وصولا الى درجة حرارة $478°C$،فالتغير الثاني في الطور نعتبره بين هاتين الدرجتين نظرا لتقارب درجة الحرارة بين المقاومية وسيباك، ثم نلاحظ انه عند درجة الحرارة $660°C$ يكون التغير الثالث للطور محدثا ارتفاع لكل من المقاومية ومعامل سيباك مع وجود منحنيات في معامل سيباك إلى غاية وصول كل منهما الى درجة الحرارة $700°C$

وعندما نقوم بتبريد العينة يحدث نزول تدريجي ملاحظ لكل من المنحنيين لكن نلاحظ انه لم يعودا الى نفس القيمة الاولى وهذا ما يفسره بان العينة تغيرت من الحالة اللابلورية الى البلورية صرفة، وهذا ما يؤكده منحنيات التبريد والتسخين التي تأخذ نفس مسار الصعود والنزول دون تغيير الطور اما عن تقارب المنحنيات والتشابه والتقارب الموجود في درجة الحرارة عند نغير الطور ذلك لان التجربة تمت في نفس الشروط التجريبية وأخذت النتائج في نفس الوقت.

3 –4–4 مقارنة بين منحنى المقاومية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$بدلالة درجة الحرارة:



الشكل رقم 3. 6:مقارنة بين المنحنيين المقاومية لكلا من السبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$ بدلالة درجة الحرارة

من خلال المقارنة بين منحنيي المقاومية الكهربائية لكل من السبيكتين السبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$ بدلالة درجة الحرارة الموضحة في الشكل(6).

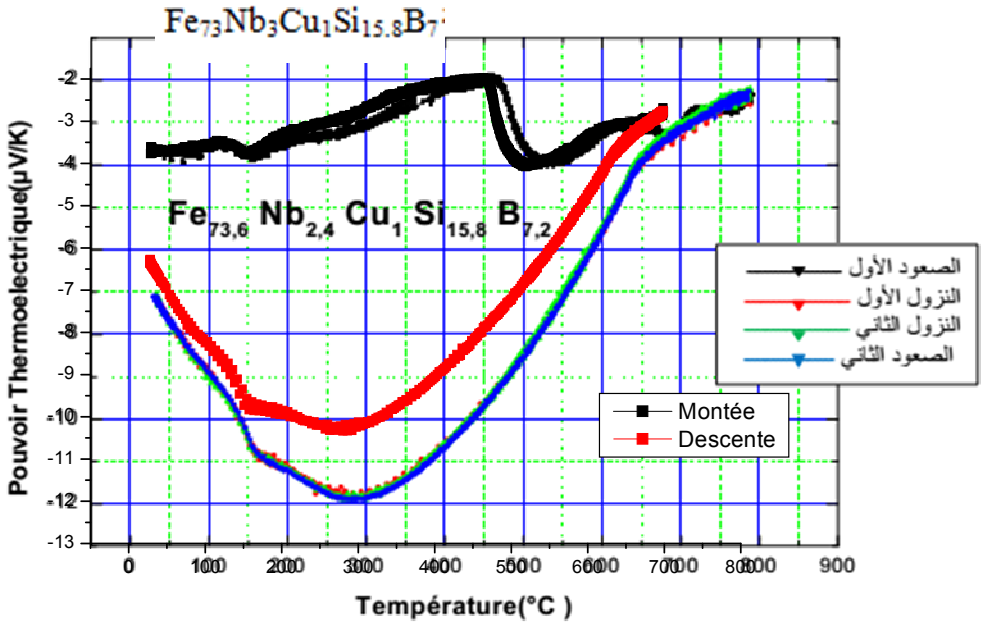
تبين لنا ان لكلا المنحنيين ثلاثة تغيرات (ثلاثة اطوار) بداية من الدرجة الاعتيادية وصولا الى درجة الحرارة بالنسبة للسبيكة رقم(1) اما بالنسبة للسبيكة (2) فتكون درجة الحرارة وهو ما نعتبره تغير اول في الطور، ثم نلاحظ بعدها حدوث تغير بالزيادة والنقصان. تكون الزيادة بالنسبة للسبيكة الاولى .

اما النقصان للسبيكة الثانيةالى درجة حرارة **675°C** لكليهما وهذا نتيجة التغير الثاني في الطور نزيد في درجة الحرارة ونستمر في الزيادة الى وصولنا الى اعلى درجة تصل اليها قيمة المقاومية لكلا المنحنيين وهي **700°C** بالنسبة للأول و **800°C**بالنسبة لثاني أي التغير الثالث في الطور.

نقوم بإنقاص درجة الحرارة من **700°C** الى **23°C**،فنلاحظ انخفاض سريع ومستقيم في قيمتي المقاومية . نلاحظ اختلاف واضح لكلا المنحنيي في الطورين الصعود و النزول هذا راجع لإختلاف السبيكتين و بعض الخصائص مكونات السبيكة .

تؤكد لنا منحنيات الصعود و النزول أن العينة قد انتقلت من الحالة اللابلورية الى الحالة البلورية الاكثر استقرارا.

3 –4–5 مقارنة بين منحنى معامل سيباك للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$بدلالة درجة الحرارة



الشكل رقم 3. 7: مقارنة بين منحنى معامل سيباك للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.6}B_7$ والسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$ بدلالة درجة الحرارة

بعد مقارنتنا للمنحنى الموضح في الشكل رقم 7 الذي يمثل تغير منحنى معامل سيباك لكل من السبيكتين $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$والسبيكة $Fe_{73.6}\ Nb_{2.4}Cu_1\ Si_{15.8}\ B_{7.2}$ بدلالة درجة الحرارة حيث نلاحظ انه هناك تطابق مع و جود فرق صغير جدا بين منحنيين الصعود للسبيكتين في الاطوار الثلاثة كما توضح لنا ان التغير الأول في الطور يكون بداية من الدرجة الاعتيادية $23℃$ وصولا الى $450℃$، ثم نلاحظ انخفاضا في قيمتي معامل سيباك لكلا السبيكتين وصولا لدرجة الحرارة$500℃°$ وهو التغير الثاني للطور ونقوم بزيادة رفع درجة الحرارة حتى تبلغ الذروة اي عند درجة الحرارة $700℃$ بالنسبة للسبيكة الاولى وتبلغ $800℃$ باالنسبة للسبيكة الثانية هو ما نعتبره تغير ثالث في الطور.

نقوم بخفض درجة الحرارة تدريجيا نلاحظ أن هناك فرق بين منحنين السبيكتين حيث منحنى النزول لسبيكة 1 تبدأ من درجة حرارة $700℃$ الى $300℃$ و السبيكة الثانية من $800℃$ الى $300℃$، كما نلاحظ فرق واضح بين منحنيي النزول لسبيكتين يقدر ب$2\mu V/K$، ثم نلاحظ بعدها ارتفاع تدريجي لكليهما عودة الى درجة الحرارة $23c°$ بالنسبة لسبيكة لأولى و $25℃$ لسبيكة الثانية هذا دلالة على ان العينة اصبحت بلورية صرفة.

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

كحوصلة للعمل الذي قمنا به المتمثل في دراسة مقارنتيه للخواص الكهروحرارية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.6}B_7$، فقد قمنا في هذا العمل بدراسة التغيير الطوري للسبيكة المذكورة وذلك بواسطة قياس المقاومية ومعامل سيباك بدلالة درجة الحرارة فتحصلنا على نتائج مكنتنا من تحديد درجات الحرارة التي اظهرت اماكن التغير في الطور وبالتالي التغير في البنية للعينة، اين وضحت هذه النتائج ان للعينة ثلاث تغيرات في الطور وكان اول تغير في الطور مابين **380°C-490°C** اما التغير الثاني في كان مابين **465°C - 478°C**، بينما التغير الثالث في الطور كان موضح بين هاتي القيمتين لدرجة الحرارة مابين **660°C - 700°C**، حيث لاحظنا ان القيمة الابتدائية للمقاومية عند درجة حرارة **23°C** هيا $157\mu\Omega/cm$ وعند رفع درجة الحرارة للقيمة القصوى **700°C** يحدث ارتفاع المقاومية $170\ \mu\Omega/cm$. تتم عملية التبريد وذلك حفاظا على العينة من التلف و التأكد التغير البلوري للعينة وذلك بحفظ درجة الحرارة الى غاية وصولها الى الدرجة الاعتيادية لتكون المقاومية في الاخير $125\mu\Omega/cm$،اما معامل سيباك فقدرت قيمته عند الدرجة الاعتيادية ب $3.78\mu V/K$ بالإشارة السالبة، ثم ارتفع الى $2\mu V/K$ عند **350°C** ثم نلاحظ انخفاظ الى ان يصل الى $4.8\mu V/K$ عند درجة حرارة **450°C** ،الى ان نلاحظ ارتفاع $2.9\mu V/K$ عند درجة حرارة **700°C** فيمكننا تفسير هذه النتائج الى التغير البنيوي للسبيكة المدروسة من الحالة اللا بلورية الى البلورية كما استنتجنا واثبت الدراسات ان عملية التبلور للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.6}B_7$ حدثت في **23°C - 700°C**.

كما ارتيئينا في هذه الدراسة الى مقارنة الخواص الكهروحرارية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ مع دراسة سابقة للتغير الطور للسبيكة $Fe_{73.6}Nb_{2.4}Cu_1Si_{15.8}B_{7.2}$، فاثبت النتائج وجود اختلاف في منحنى المقاومية لكلا السبيكتين من بداية التغير الى نهايته في قيمة المقاومية في الصعود والنزول على غرار منحنى معامل سيباك فنلاحظ شبه تطابق مع وجود اختلاف طفيف يقدر ب $2\ \mu V/K$ في الصعود وهذه الاختلافات

نفسرها باختلاف في العينتين المدروستين وكدا تركيز كل عنصر وقوة ترابط واحتمال العناصر فهده الدراسة اكدت تبلور العينة في درجات حرارة محددة اي انتقال العينة الى الحالة البلورية الصرفة .

المـــــــراجـــــــع

المراجع

[1]- الفيزياء / www.edrabia.com

[2]- www.al -maram.org.com

[3] - كتاب التركيب البلوري (الباب الثاني)

[4] -د .عبد الفتاح أحمد الشادلي، فيزياء الجوامد)الجزء الأول

[5]- سلسلة محاضرات فيزياء الجوامد، جامعة الطائف

[6]- د.سعود بن حميد اللحياني –فيزياء الجوامد

[7]جودي محمد حسن، فنون وأشغال المعادن ، دار المسيرة للنشر والتوزيع ، الأردن.1996

[8] أبو نعيم محمود 2008 الرسم والتصميم على المعادن والنحاس.

[9] مذكرة ماستر أكاديمي ،حميدات نسرين، صحراوي مليكة (قياس معامل سيباك بدلالة درجة الحرارة لسبيكة)Cu50Zr45Al5،جامعة قاصدي مرباح ورقلة2017.

[10] مذكرة ماستر اكاديمي، بروبة دلال، دراسة تغير الطوري لسبيكة $Fe_{73.4}\ Nb_{204}\ Cu_1\ Si_{15.8}\ B_{7.2}$ بواسطة قياس المقاومية الكهربائية ومعامل السباك في درجات حرارة مختلفة، جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2019.

[11] مذكرة ماستر أكاديمي، زكور كلثوم (دراسة الخصائص الكهرو حرارية لسبيكة Cu47.5Zr47.5Al5)،جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2018

[12] د. محمد عز الدهشات، السبائك العدد 26.

[13] د. أحمد زكي حلمي، كتاب أساسيات تكنولوجيا التصنيع (تشغيل المعادن بدون القطع)، الدار المصرية للعلوم، القاهرة .

[14]]سحر داود ، عبد المنعم غانم، المعهد التقني /جامعة الموصل، قسم الميكانيك ، السباكة.

[15] د .عماد محمد إبراهيم الخليل، علم المعادن، مصر 2014 .

[16] جامعة الأندلس الخاصة للعلوم الطبية، المحاضرة السادسة.

[17] د. إسكندر منيف، بنية المادة الكثيفة البلورات، دمشق 2013.

[18]مذكرة ماستر أكاديمي نوحة راوية (ارتباط الناقلية الكهربائية بترددات الحقول الكهرومغناطيسية في النواقل)،جامعة قاصدي مرباح ورقلة.2011

[19] د .نجوى عارف، المجهر الالكتروني، قسم الدراسات العليا، جامعة الملك سعود.

[20] http://www.e-onec.com

[21] طرق انتقال الحرارة مهندسة رشا حيدر هاشم. جامعة الكوفة كلية الهندسة

[22] د .العلمي رشيد، مبادئ انتقال الحرارة بالتوصيل الحراري (الجزء الأول).

[23] د .أحمد فتحي أسس انتقال الحرارة.

[24] د .إياد محمود الداهوك، مبادئ انتقال الحرارة.

[25] موسوعة اللغة العربية mimir Bock.com

[26] vacker group.ae.com

[27] الموسوعة العربية / قسم موسوعة العلوم والتقنيات.

الملخص:

الهدف من المذكرة هو دراسة مقارنتية للخواص الكهروحرارية للسبيكة $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$, أين تحصلنا على نتائج جد مهمة بين معامل سيباك والمقاومية الكهربائية بدرجة الحرارة بداية من درجة حرارة الغرفة الى $700°C$.أين بينت النتائج المتحصل عليها درجات الحرارة بجميع المتغيرات الطورية لبنية العينة و التي من خلالها تم انتقالها من الحالة اللابلورية الى الحالة البلورية

الكلمات المفتاحية: البنية البلورية ، البنية اللا بلورية،السبائك ،الظواهر الكهروحرارية , المادة الصلبة.

Résumé:

L'objectif de ce mémoire est une étude comparative des propriétés thermoélectriques de l'alliage $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ où nous avons obtenu des résultats très importants entre le coefficient de Seebeck et la résistivité électrique à partir de la température ambiante jusqà 700 °C. On a trouvé que notre échantillon Il a été transféré de l'état amorphe à l'état cristallin.

Mots clés: structure cristallin, structure amorphe, alliages, phénomènes thermoélectriques, solide.

Abstarct:

The objective of the memory is a comparative study of the thermoelectric properties of the alloy $Fe_{73}Nb_3Cu_1Si_{15.8}B_7$ where we obtained very important results between the seebeck coefficient and the electrical resistivity to from room temperature 700 °C. Where the obtained results showed the temperatures of all the phase variables of the sample structure and through which It has been transferred from the amorphous to the crystalline state.

Key words:structure crystalline, structure amorphous, alloys, thermoelectric phenomena, solid.