

## دراسة تأثير درجة الحرارة على خواص التوصيلية الكهربائية لسبيكة $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$

روژه برهان الدين عبدالرحمن  
كلية العلوم - جامعة كركوك

### الخلاصة

تمت دراسة تأثير درجة الحرارة على خواص التوصيلية الكهربائية لعينات السبيكة  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$  والمحضرة بطريقة الصهر بالقوس الكهربائي والتي يدخل فيها عنصر الفناديوم كمادة مضافة للتركيز المخففة المساوية إلى (٠,٠٢ و ٠,٠٦ و ٠,١٠ و ٠,٢٠ و ٠,٣٠) في مدى درجات الحرارة 300K إلى 500K وتم القيام بحساب قيم طاقة التنشيط وتحديد نوع حاملات الشحنة الكهربائية. لقد أظهرت قياسات التوصيلية أن لهذه العينات توصيلية كهربائية تزداد بزيادة كلا من درجة الحرارة وتركيز عنصر الفناديوم في السبيكة ولوحظ بان لهذه العينات طاقات تنشيط مختلفة في قيمها وعددها مما يدل على وجود آليات للتوصيل مختلفة حيث تزداد بزيادة درجة الحرارة وقيمها اقل من قيم فجوة الطاقة، بينت نتائج القياسات بان الالكترونات هي الحاملات الأكثرية للشحنة الكهربائية في هذه العينات.

### المقدمة

تصنف أشباه الموصلات إلى مجموعتين وهي أشباه موصلات نقية وغير نقية (مشابه)، إن أشباه الموصلات النقية هي مواد نقية حيث يتم خلق ناقلات الشحنة فيها عن طريق التهييج الحراري أو البصري للالكترونات من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل وهذا يؤدي إلى تدفق تيار نسبي قليل . أما أشباه الموصلات غير النقية فان أغلبية ناقلات الشحنة الحرة تجهز عن طريق ذرات الشوائب وهي أكثر الطرق فعالة لزيادة تدفق التيار في الشبه الموصل فعندما تزداد الشوائب من عدد الالكترونات الحرة فان الشبه الموصل المشوب تكون سالبة (n-type) أما إذا قلت من عدد الالكترونات الحرة وبذلك تزيد من عدد الفجوات فهذا النوع من الشبه الموصل (المشوب) تكون موجبة (p-type) وهذه العملية تسمى بالتطعيم والغرض منها لزيادة عدد الشحنات الحرة التي بإمكانها التحرك عن تطبيق فولتية خارجية عليها، ومن أهم العوامل المؤثرة على الشحنات الحرة هي درجة الحرارة بالإضافة إلى نوع الشائبة وتركيزها، إن التوصيلية الكهربائية لهذه المواد تزداد أسياً

مع درجة الحرارة حسب العلاقة الآتية (Kittel, 2005) :-

$$\sigma = f(T) \exp(-E_a / K_B T)$$

$$f(T) = Nq^2va^2/K_B T$$

N: concentration of impurity atoms of charge q

v: characteristic atomic vibrational frequency

a: lattice constant

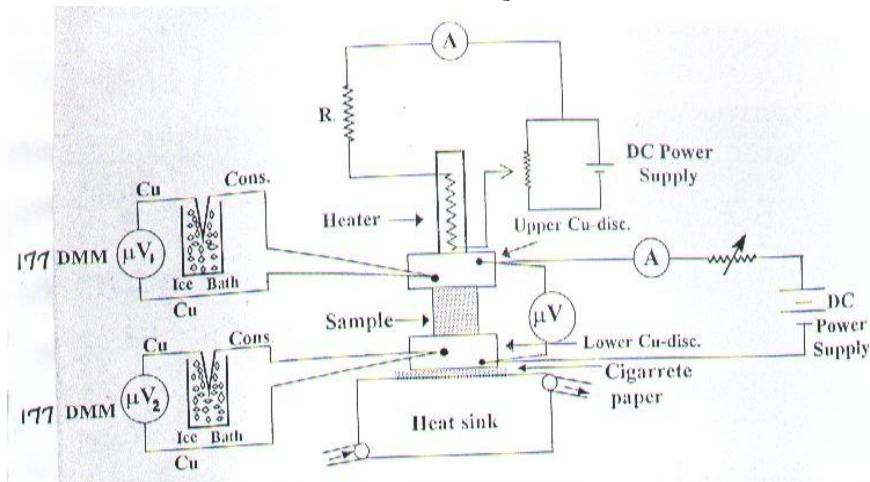
اهتم العديد من البحوث بدراسة خواص المركبات الناتجة عن تطعيم سبائك الحديد-ألمنيوم Fe-Al بأحد العناصر الانتقالية المغناطيسية كالمغنيز Mn والنيكل Ni و الكوبلت Co وغيرها. يلاحظ في سبائك Fe-Al ترتيب مغناطيسي موضعي عندما تزداد تركيز Al (Moisin, 1978) تتميز البنية البلورية للمركب Fe<sub>3</sub>Al بإشغال ذرات Al لمراكز وحدات الخلايا المركزة الجسم وعندما تعامل هذه السبائك حرارياً فإنها تكون نمط ترتيب طويل المدى وتكون محصلة انحرافات الشبكة كثيفة نسبياً في درجات الحرارة العالية حيث الأطوار ذات الترتيب الطويل المدى والمعتمدة على طريقة تكوين المركبات FeAl و Fe<sub>3</sub>Al (Epperson & Spruiell, 1969) قام (Zamora et al, 2008) بدراسة magnetic phase diagrams للسبائك Fe<sub>54</sub>Al<sub>36</sub>Nb<sub>10</sub> و Fe<sub>48</sub>Al<sub>32</sub>Nb<sub>20</sub> وقد أظهرت النماذج صفات بارامغناطيسية عند درجة حرارة الغرفة ، وعند تشكيل السبائك لـ 36h فإنها تظهر صفات فيرومغناطيسية. درس (Lue et al, 2008) المقاومة الكهربائية ومعامل سيباك والتوصيلية الحرارية لـ Fe<sub>2</sub>VGa كدالة لدرجة الحرارة عند تعويض Ga بـ Ge حيث لاحظ انخفاضاً في المقاومة الكهربائية والتوصيلية الحرارية أما معامل سيباك فقد تغيرت إشارتها من الموجب (p-type) إلى السالب (n-type). لاحظ (Shreder et al, 2008) انتقالات سريعة في الحزم للسبائك Fe<sub>2</sub>MeAl حيث (Me=Ti, V, Cr) عند موقع قريب من مستوى فيرمي، كما أظهرت دراسة الخواص الكهربائية والبصرية الصفة المعدنية للشبكة Fe<sub>2</sub>TiAl أما السبائك Fe<sub>2</sub>VAl و Fe<sub>2</sub>CrAl فإن كلا من القياسات البصرية والحسابات النظرية فقد أظهرتا قيمة صغيرة لفجوة الطاقة. وهي بذلك تمثل شبه معدن semimetal. قام (علي, ٢٠٠١) و (عبدالرحمن, ٢٠٠١) بدراسة القدرة الكهروحرارية والتوصيلية الكهربائية على التوالي لمركبات Fe<sub>0.70-x</sub>TM<sub>x</sub>Al<sub>0.30</sub> حيث أن (TM=Mn , Co ,Cr) ووجدوا أن القدرة الكهروحرارية تزداد بزيادة درجة الحرارة للشبكة Fe<sub>0.70-x</sub>Co<sub>x</sub>Al<sub>0.30</sub> بينما تقل مع زيادة درجة الحرارة للسبائك الأخرى وأن القدرة الكهروحرارية تزداد مع زيادة نسبة تركيز Mn و Cr بينما تقل القدرة الكهروحرارية بزيادة تركيز Co. قام (Kato et al, 2000) بدراسة الخواص الكهربائية

والمغناطيسية لسبائك  $(Fe_{1-x}V_x)_3Al$  عند التراكيز  $(x=0 - 0.38)$  حيث لاحظ زيادة المقاومة الكهربائية وانخفاضا في المغناطيسية بزيادة تركيز V عند الدرجات الحرارية المنخفضة 2K. قام (2000, Kato et al) بدراسة المقاومة الكهربائية اعتمادا على درجة الحرارة للسبائك  $(Fe_{1-x}Ti_x)_3Al$   $(x=0 - 0.33)$  حيث أن النماذج ذات التراكيز  $(0 \leq x \leq 0.15)$  أظهرت خواصا فيرومغناطيسية عند انخفاض درجة حرارة كوري Tc من 770K لـ  $x=0$  إلى 145K لـ  $x=0.15$ ، كما لاحظ زيادة المقاومة الكهربائية عند درجة حرارة اقل من 400K بزيادة x أما النماذج  $0.20 \leq x \leq 0.33$  فقد أظهرت خواصا بارامغناطيسية عند درجة حرارة اقل من 2K حيث لاحظ انخفاضاً في المقاومة عند زيادة x. بينت (1998, Guo et al) قياسات المغناطيسية والحرارة النوعية أن السبيكة  $Fe_2VAl$  هي نوع (Heusler-type) (any of various alloys of manganese and nonferromagnetic metals that exhibit ferromagnetism). إن  $Fe_2VAl$  تكون شبه معدن غير مغناطيسي مع فجوة طاقة ضيقة عند مستوى فيرمي وان التركيب البلوري للسبيكة  $Fe_3Al$  هي من نوع FCC ، وبينت حسابات الطاقة الكلية والتركيب إن السبيكة  $(Fe_{0.67}V_{0.33})_3Al$  تظهر ارتفاعا في (Heusler-type) .

### التقنية التجريبية

تبدأ عملية تحضير عينات السبيكة الثلاثية  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$  بوزن العناصر الداخلة في تركيب كل سبيكة وحسب نسبة الأوزان الذرية المئوية الداخلة فيها ثم تصهر المكونات المذكورة معا في مسبك (furnace) باستخدام القوس الكهربائي في جو خامل من غاز الاركون لتفادي تأكسد المواد. يكون شكل السبيكة الناتجة بيضوية الشكل تقريبا حيث أن البودقة التي تصهر فيها المكونات تعطي الشكل البيضوي للسبيكة، ويتم تقطيعها للحصول على قرص دائري ذو وجهين مستويين وذلك من اجل الحصول على تماس جيد بين وجهي العينة وقطبي خلية القياس. تم تحديد نوع حاملات الشحنة باستخدام طريقة المجس الحراري (Hot Probe Method) أساس عملها هو ظاهرة التأثير الكهروحراري ، ومن اجل معرفة نوع حاملات الشحنة لعينة ما تسخن الكاوية وتلامس نهايتها المدببة من جهة والرأس المدبب للعينة من جهة أخرى. يتم تحديد اتجاه انحراف مؤشر الكلفانوميتر مسبقا وذلك باستخدام عينة مرجعية (النحاس مثلا) لغرض التأكد من دقة تحديد اتجاه انحراف مؤشر الكلفانوميتر لنوعية حاملات الشحنة (Seegr, 1982). تم إجراء قياسات التوصيلية الكهربائية في مدى درجات الحرارة من 300K إلى 500K عن طريق

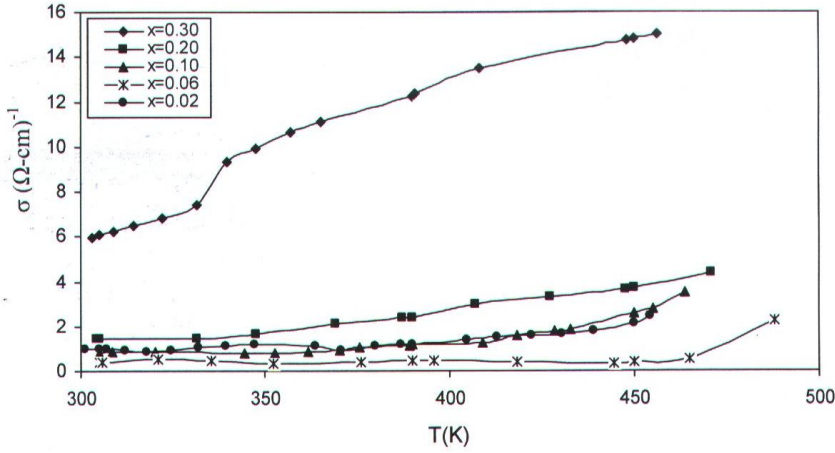
ربط مسخن حراري (Heater) على حامل العينة ولغرض قياس درجة الحرارة يتم تثبيت زوج من المزدوجات الحرارية (Thermocouples) من نوع نحاس - كونسنتان (Cu-constantan) في كل من القرص العلوي والسفلي لقياس درجة حرارة طرفي العينة من خلال القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في المزدوجات الحرارية والمقاسة باستخدام مايكروفولتميتر (Keithley 177DMM). الشكل (١) يبين الدائرة الكهربائية المستخدمة في قياس التوصيلية الكهربائية. فإذا كانت  $V_1$  و  $V_2$  القوة الدافعة الكهربائية للمزدوجين الحراريين الواقعين على جهتي العينة والتي تقابل درجتي الحرارة  $T_1$  و  $T_2$  على التوالي فيكون متوسط درجة الحرارة  $T$  العينة مساويا إلى :-  $[ T=(T_1+T_2)/2 ]$  ويتم تسليط فولتية ثابتة عبر العينة بواسطة جهاز القدرة المستمرة (DC power supply) نوع (Hewlett Packard) ومن ثم قراءة قيم التيار الكهربائي  $I$  المار خلال العينة بواسطة اميتر نوع (Fluka) ذو دقة ( $10^{-9}$  Amp.) أما التغير في فرق الجهد عبر طرفي العينة فإنها قيست باستخدام الجهاز نفسه المستخدم في قياس الفولتية بعد إزالة تأثير القوة الدافعة الكهربائية المتولدة بفعل الفرق الحراري المضافة إلى الفولتية  $V$  والمطروحة منها بواسطة قياس الفولتية في الحالتين الحالة الأمامية والحالة العكسية بواسطة مفتاح عاكس ومن ثم اخذ معدل الفولتية للحالتين كليهما يتم قياس سمك العينة باستخدام المايكروميتر كذلك يتم تحديد المساحة السطحية لوجه العينة ومن قيم التيار والفولتية يتم تحديد المقاومة الكهربائية  $R$  أما قيم التوصيلية الكهربائية  $\sigma$  فيتم إيجادها من مقلوب المقاومة الكهربائية  $\rho$  ، من أهم العوامل المؤثرة في دقة القياسات التجريبية هو نوعية التماس الميكانيكي بين قرصي حامل العينة ووجهي العينة الذي يمكن الاستدلال على حالته من ملاحظة قراءة الاوميتر أثناء عملية وضع العينة في مكانها المناسب لإجراء القياسات الكهربائية.



شكل (١): الدائرة الكهربائية المستخدمة في قياس التوصيلية الكهربائية

## النتائج والمناقشة

يبين الشكل (٢) علاقة التوصيلية الكهربائية مع درجة الحرارة  $T$  في مدى درجات الحرارة من  $300K$  إلى  $500K$  لعينات  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$  (حيث:  $x = 0.02, 0.06, 0.10, 0.20, 0.30$ ) أظهرت العينات  $Fe_{0.40}V_{0.30}Al_{0.30}$  و  $Fe_{0.60}V_{0.10}Al_{0.30}$  حساسية لتغيرات درجات الحرارة لوحظ أن معظم نقاط التوصيلية تحمل اضطرابا معطية صفة غير خطية لخواص التوصيلية وان هذا السلوك اللاخطي يحدث عندما تتغير المواقع الشبيكية (جليل، ١٩٩٠) أو غالبا ما يعزى إلى وجود مستويات دخيلة (flaw state) تمثلة بمراكز الفئص ومراكز الالتئام مغيرة بذلك خواص التوصيل الكهربائي (Pearson & Shockley, 1948, Shockley & Read, 1952) وان وجود أكثر من مستوى للشوائب في فجوة الطاقة وبطاقات تأين مختلفة يؤدي إلى هذه الزيادة عندما يبدأ المستوي اللاحق بالتأين وتحرير الحاملات (احمد، ١٩٩٠)، أظهرت العينة  $Fe_{0.50}V_{0.20}Al_{0.30}$  زيادة في التوصيلية الكهربائية مع زيادة درجة الحرارة في مدى درجات الحرارة ( $300K-500K$ ) بسبب زيادة التحركية حيث إن التوصيلية الكهربائية تتناسب طرديا مع حاصل ضرب تركيز حاملات الشحنة التحركية، لذلك فان زيادة التوصيلية الكهربائية مع زيادة درجة الحرارة ناتجة إما من زيادة تركيز حاملات الشحنة نتيجة وجود العيوب البلورية أو المستويات المانحة التي يمكن أن تكون حزمة من المستويات تقترب من حزمة التوصيل هذه الزيادة غالبا ما ترجع إلى وجود مستويات دخيلة (flaw state) متمثلة بمراكز الفئص ومراكز الالتئام (Shockley & Pearson, 1948, Shockley & Read, 1952) إن توصيلة العينة  $Fe_{0.64}V_{0.06}Al_{0.30}$  تبقى ثابتة نوعا ما مع زيادة درجة الحرارة ضمن مدى درجات الحرارة ( $T < 450K$ ) ويعود سبب ذلك إلى أن عدد الحاملات الناتجة عن تأين معظم الذرات المانحة تبقى ثابتة تقريبا (Omar et al, 1988, احمد، ١٩٩٠) أو لوجود الانحلال الذي يؤدي إلى أن يكون مستوى فيرمي واقعا ضمن حزمة التوصيل (Li et al, 1972) ثم تزداد التوصيلية في المدى ( $T > 450K$ ) حيث إن التوصيلية الكهربائية تتناسب طرديا مع حاصل ضرب تركيز حاملات الشحنة والتحركية لذلك فان زيادة التوصيلية مع زيادة درجة الحرارة تكون ناتجة إما عن زيادة تركيز حاملات الشحنة بسبب زيادة في العيوب الذي يولد مستويات طاقة داخل فجوة الطاقة حيث إن هذه المستويات تقترب من حزمة التكافؤ أو حزمة التوصيل أو عن زيادة التحركية بسبب نقص في مراكز التشتت (زي، ١٩٩٠) أما توصيلة العينة  $Fe_{0.68}V_{0.02}Al_{0.30}$



شكل (٢): علاقة التوصيلة ( $\sigma$ ) مع درجة الحرارة T لعينات  $Fe_{0.68}V_xAl_{0.30}$

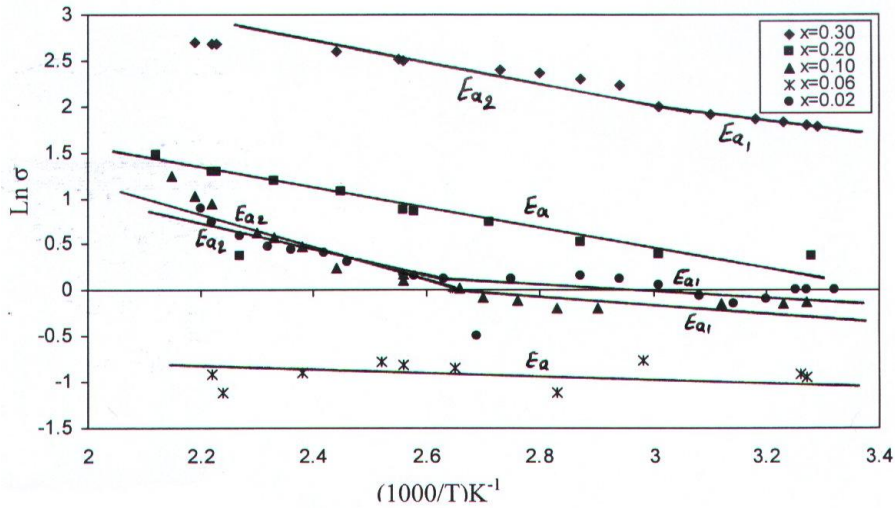
فإنها تزداد بشكل بطيء مع درجة الحرارة لان عدد حاملات الشحنة الناتجة عن تأين معظم الذرات المانحة تبقى ثابتة وتكون عدد حاملات الشحنة الناتجة عن التأين الذاتي أو الانتقالات الالكترونية عبر فجوة الطاقة (Omar et al, 1988). الجدول (١) يوضح قيم التوصيلية الكهربائية عند درجات الحرارة (305K و 390K و 450K) لعينات  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$  يتضح من الجدول ان التوصيلية الكهربائية لهذه العينات تزداد بشكل بطيء عند النسب  $V < 0.10$  ثم تزداد بزيادة تركيز V عند النسب  $V > 0.10$  بسبب زيادة تركيز حاملات الشحنة. أما فيما يخص نوعية حاملات الشحنة فقد تم استنتاج نوعية حامل الشحنة بطريقة المجس الحراري (Hot Probe Method) لهذه العينات بأنها سالبة أي أنها شبه موصل نوع - n أي أن حاملات الشحنة الأغلبية لهذه العينات هي الالكترونيات. يوضح الشكل (٣) علاقة تغير  $\ln \sigma$  مع  $1000/T$  لعينات  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$  نلاحظ أن العينة  $Fe_{0.64}V_{0.06}Al_{0.30}$  تمتلك طاقة تنشيط مقدارها (0.0624 eV) ثم تليها العينة  $Fe_{0.50}V_{0.20}Al_{0.30}$  بطاقة تنشيط مقدارها (0.1051 eV) ثم العينة  $Fe_{0.60}V_{0.10}Al_{0.30}$  فإنها تمتلك طاقتي تنشيط مقدارهما (0.0752 eV) عند (375K-305K) والثانية (0.1615 eV) عند (500K-375K) أما العينة  $Fe_{0.40}V_{0.30}Al_{0.30}$  فإنها تمتلك طاقتي تنشيط الأولى (0.0841 eV) عند (352K-306K) والثانية (0.1089 eV) عند (500K-352K) وأخيراً العينة  $Fe_{0.68}V_{0.02}Al_{0.30}$  طاقتي تنشيط الأولى مقدارها (0.0537 eV) عند (340K-310K) والثانية (0.1740 eV) عند (500K-340K) نلاحظ بان طاقة التنشيط الكهربائية قليلة مقارنة بطاقة الفجوة وهذا يعني وجود مستويات طاقة مقيدة في الفجوة (Localized states)

أي أن ميكانيكية التوصيل هي نتيجة عملية التتطط (hopping) بين مستويات الطاقة المقيدة القريبة من حافة الحركية (Blakemor, 1985). الشكل (٤) يوضح تغير التوصيلية الكهربائية لعينات  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$  بتغيير تركيز V حيث إن التوصيلية الكهربائية تزداد بزيادة نسبة V لتصل أعلى قيمة عند  $x=0.30$  عند درجات الحرارة العالية. إن زيادة التوصيلية الكهربائية ناتجة عن الزيادة في تراكيز حاملات الشحنة بسبب وجود مستويات مانحة في فجوة الطاقة .

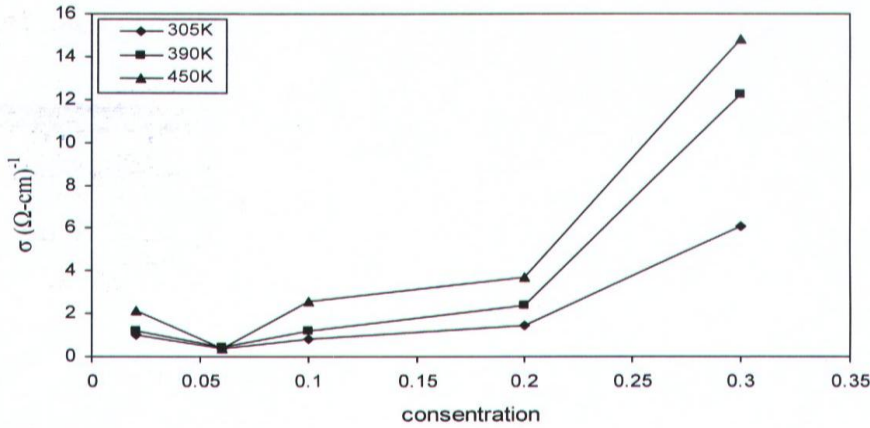
جدول (١): يوضح قيم التوصيلية الكهربائية عند درجات الحرارة (305K و 390K و 450K)

لعينات  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$

الصيغة الكيميائية	$\sigma (\Omega -cm)^{-1}$		
	305K	390K	450K
$Fe_{0.40}V_{0.30}Al_{0.30}$	٦,٠٩	١٢,٢٢	١٤,٨٠
$Fe_{0.50}V_{0.20}Al_{0.30}$	١,٤٦	٢,٤٠٥	٣,٧٠
$Fe_{0.60}V_{0.10}Al_{0.30}$	٠,٨٠	١,١٩	٢,٥٦
$Fe_{0.64}V_{0.06}Al_{0.30}$	٠,٣٩	٠,٤٣	٠,٤٠
$Fe_{0.68}V_{0.02}Al_{0.30}$	١,٠٠	١,٢٠	٢,١٣



شكل (٣): علاقة  $(Ln\sigma)$  مع  $1000/T$  لعينات  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$



شكل (٤): علاقة التوصيلية الكهربائية (σ) لعينات Fe<sub>0.70-x</sub>V<sub>x</sub>Al<sub>0.30</sub> مع تركيز V

## Reference

- Blakemore, J.S., (1985): Solid State physics<sup>2ND</sup> ed., W.B. saunders comp, 345p
- Epperson, J.E. and Spruiell, J.E., (1969): An x-ray single crystal investigation of iron-rich alloys of iron and aluminum-1 phase relations in alloys containing between 14 and 23 at% aluminum. J. phys. chem. solids, Vol. 30, pp: 1721-1732.
- Guo, G. Y., Botton, G. A. and Nishino, Y., (1998): Electronic structure of possible 3D heavy-fermion compound Fe<sub>2</sub>Val. J. phys.: condens. matter, Vol. 10, pp: L119-L126.
- Kato, M., Nishino, Y., Mizutani, U., Asano, S., (2000): Electronic, magnetic and transport properties of (Fe<sub>1-x</sub>V<sub>x</sub>)<sub>3</sub>Al alloys. J. phys: condens. matter. Vol. 12, pp: 1769-1779.
- Kato, M., Nishino, Y., Mizutani, U., Watanabe, Y., Asano, S., (2000): Temperature dependence of electrical resistivity in (Fe<sub>1-x</sub>Ti<sub>x</sub>)<sub>3</sub>Al alloys. J. phys: condens. matter. Vol. 12, pp: 9153-9162.
- Kittel, C., (2005): Introduction to solid state physics 8<sup>th</sup> ed., John Wiley and sons, inc.
- Li, P. W., Lee, S. N. and Danelson, G. G., (1972): Hall Mobility and Magnetoresistance of N-Type Mg<sub>2</sub>Ge, phy. rev. b, VOL. 6, pp: 442-453.
- Lue, C. S., Huang, J. W., Tsai, D. S., Sivakumar, K. M. And Kuo, Y. K., (2008): effects of Ge substitution on the thermoelectric properties and pseudogap characteristics of Fe<sub>2</sub>VGe, J. phys.: condens. Matter 20, 255233(5p).



- Moisin, A.M., (1978): Neutron scattering study of local ordering in Fe-Ni and Fe-Al alloys, *phys. sol. stat. (a)* Vol. 47, pp: 305-309.
- Omar, M.S., Ameen, M.M., Murad, I.M., Hanna, M.H., (1988): Thermoelectric power in the ternary doped  $\text{CuGe}_2\text{P}_3$  compound, *Zanco, The Scientific Journal of Salahaddin University*, Vol. 1, pp: 55-65.
- Pearson, G.L., Shockley, W., (1948): Modulation of conductance of thin films of semiconductors by surface charges, *phy. Rev.* Vol. 74, pp: 232-233.
- Seeger, K., (1982): *Semiconductor physics – an introduction second corrected and update edition*, New York.
- Shockley, W. and Read, W.T., (1952): Statistics of the recombinations of holes and electrons, *Phy. rev.* Vol. 87, pp: 835-842.
- Shreder, E., Streltsov, S.V., Svyazhin, A., Makhnev, A., Marchenkov, V. V., Lukoyanov, A. and Weber, H.W., (2008): Evolution of the electronic structure and physical properties of  $\text{Fe}_2\text{MnAl}$  ( $\text{M} = \text{Ti, V, Cr}$ ) Heusler alloys, *J. phys.: condens. Matter*, Vol. 20, 045212, 7p.
- Zamora, L.E., Alcazar, G.A.P., Tabares, J.A., Betancur, J.D., Sives, F.R., Jaen, J., Greneche, J.M., Marco, J.F. And Gonzalez, J.M., (2008): Magnetic phase diagrams for  $\text{Fe}_{54}\text{Al}_{36}\text{Nb}_{10}$  and  $\text{Fe}_{48}\text{Al}_{32}\text{Nb}_{20}$  alloys, *J. phys. d: Appl. phys.* Vol. 41, 155010, 9p.

### المصادر

- احمد، كنير عزيز (١٩٩٠): دراسة الخواص الحرارية وتأثير تركيز الحوامل للمركب الشبه الموصل الثلاثي ( $\text{Ag}_6\text{Ge}_{10}\text{P}_{12}$ )، رسالة ماجستير، قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة صلاح الدين .
- جليل. موفق، (١٩٩٠): دراسة الخواص الكهربائية والكهروحرارية والحرارية المغناطيسية للمركب شبه الموصل الخليط  $\text{CuGe}_{2+x}\text{P}_3$ ، رسالة ماجستير، قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة صلاح الدين .
- زي . اس . ام . (١٩٩٠): نباتات أشباه الموصلات فيزيائية وتقنية، ترجمة د. فهد غالب حياتي و د. حسين علي احمد، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، 56PP .
- عبدالرحمن . روزة برهان الدين (٢٠٠١) : التوصيلية الكهربائية في المركبات البلورية المغناطيسية Fe-TM-Al (TM=Mn, Co, Cr)، أطروحة ماجستير - جامعة تكريت، تكريت، 62PP .
- علي . عبدالله محمود (٢٠٠١) : القدرة الكهروحرارية في المركبات البلورية المغناطيسية Fe-TM-Al (TM=Mn, Co, Cr)، أطروحة ماجستير - جامعة تكريت، تكريت، 67PP .

## Study of the effect of temperature on the electrical conductivity properties of the alloy $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$

*Rosure Borhanalden Abdulrahman  
College Of Science - University of Kirkuk*

### Abstract

Been studied the influence of temperature on the electrical conductivity properties of the alloy samples  $Fe_{0.70-x}V_xAl_{0.30}$  manner, and processed electric arc furnaces, which enters as an additive component vanadium concentration of extenuating equal to (0.02 and 0.06 and 0.10 and 0.20 and 0.30) in the Over the temperature was 300K to 500K to calculate the values of activation energy and determine the type of electric charge carriers. The measurements showed that the connectivity of the samples increases electrical conductivity, up from both the temperature and the concentration of vanadium element in the alloy, it was noted that the energies of these samples in the revitalization of different values, which indicates the existence of different mechanisms for the delivery of which was becoming increasing temperature and values less than the values of the energy gap, shown the results of the measurements that the electrons are the majority of the positive electric load in the samples.