مجلة جامعة تشرين فلدراسات والبحوث العلمية
المجلد ٥ - العدد ١ من ٩٥ إلى ١٠٠

جمادى الأولى ١٤٠١هـ
آذار ١٩٨٢م

الآثار اللاحقة لأسر الالكترون في نواة الـCo

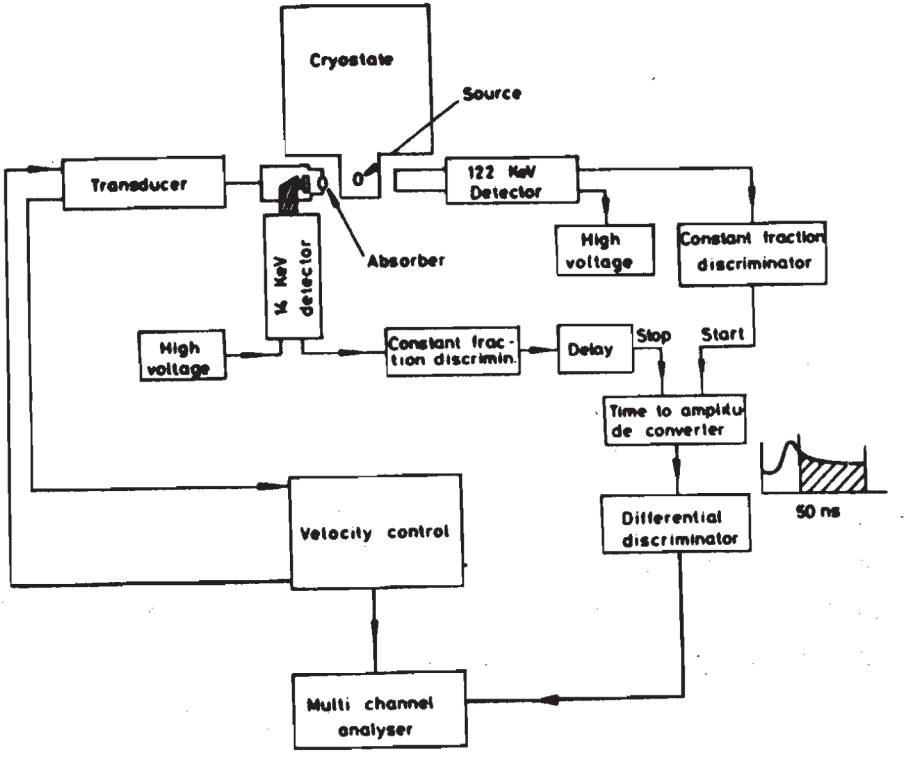
د . جهاد ملحم
كلية العلوم .

مقدمة

مطياف قذف مسباور طريقة ناجحة لدراسة ، بنية نواتج التفكك النووي في الأجسام الصلبة وترتيبها الالكتروني ، في زمن يقارب العمر الوسطي للحالة المهيجة الموافقة لعبور مسباور . إن أسر الالكترون في نواة الكوبالت يتبعه شلال أوجه الذي يقود إلى حالة عالية التأين . هذه العملية تتم في زمن قصير جداً 10^{-15} S وتترك آثار لاحقة مهمة على محيط الذرة المتفككة تستمر إلى زمن من مرتبة 10^{-8} S . لتفسير هذه الأثار اللاحقة يمكن استخدام إحدى الآلتين ، التفكك بالإشعاع أو بالانشطار وفي المعقدات الهكساهيدراتية للمعادن الانتقالية ، التي تبدي عبور طوري بنيوي ، يمكن أن نقرر الآلية الحاصلة بمقارنة أطياف القذف والامتصاص عند درجة حرارة العبور .

العينات

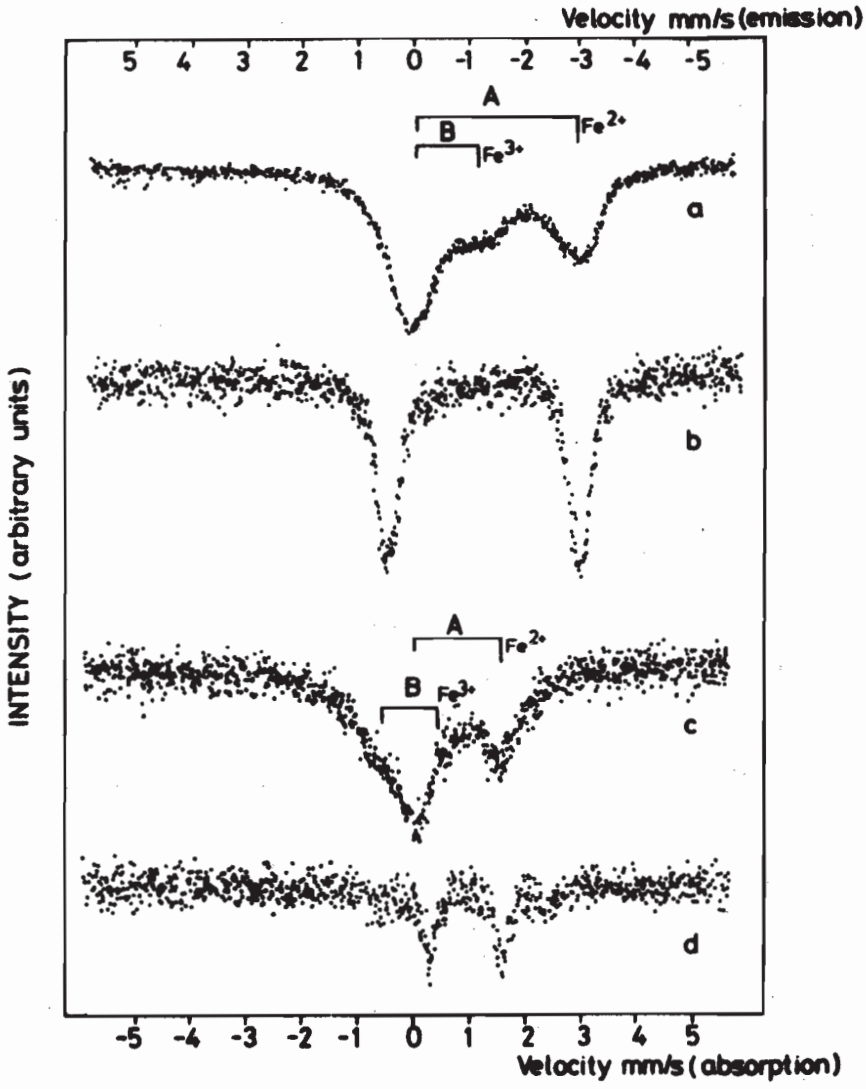
تمَّ تحضير كل من العينتين المطلوبتين بإضافة كمية من الحوامل الحرة $^{57}CoCl_2$ إلى مسحوقي $Fe(ClO_4)_2.6H_2O$ و $Fe(BF_4)_2.6H_2O$. اذيبت كل من المادتين في الماء المقطر وأضيف إليها محلول الكوبالت المشع (^{57}Co) على شكل $^{57}CoCl_2$ حيث كان النشاط الاشعاعي حوالي 300u ci . طريقة التحضير هذه تسمح لنا باستخدام كل من العينتين كمنبع مشع وكماص نظراً لوجود الـ ^{57}Fe والـ ^{57}Co معاً . الشكل(1) يمثل الأجهزة المستعملة في حالة قياس تزامن ـ مسباور .



الشكل(1) . رسم تخطيطي لدارة قياس تزامن ـ مسباور

النتائج

تمّ قياس أطياف القذف والامتصاص لكلا المركبين كتابع لدرجة الحرارة ، الشكل(2) يوضح هذه الأطياف عند الدرجتين 295K 988K للمركب [$Co + Fe(BF_4)_2.6H_2O$] .



الشكل(2) . أطياف القذف والامتصاص لـ [$Co^{57} + Fe(BF_4)_2.6H_2O$]

عند درجة حرارة 295 K 988 K

التضاعف A يمثل انقسام رباعي الأقطاب الكهربائية (ΔEQ) لـ Fe^{2+} بينما التضاعف B هو من أجل Fe^{3+} . الشكل (3) يمثل تحول (ΔEQ) كتابع لدرجة الحرارة . أطياف تزامن ـ مسباور تَمَّ قياسها بعد زمن قدرة 50ns من تشكل الحالة المهيجة لذرة الحديد . متحولات مسباور ($\Delta EQ, T, IS, \frac{Fe^{2+}}{Fe^{3+}}$) من أجل هذه القياسات مرتبة في الجدول (1) .

المناقشة :

تبدي أطياف القذف عبور طوري عكوس وتأثيرات متخلفة تتشابه التي لأطياف الامتصاص كما يوضح الشكل (3) . وبما أن درجة حرارة العبور بين الطورين هي نفسها تقريباً في الحالتين فإنه يمكننا الاستنتاج أن الانشطار الجزيئي نتيجة التفكك النووي مُستبعد تماماً ، على الأقل من أجل العينة Fe^{2+} . أما وجود عينات Fe^{3+} يمكن أن يُفَسَّر باستخدام آلية التفكك بالإشعاع . ذلك أنَّ شلالات أوجه تقود إلى ذرة عالية التأين بينما أشعة X والكترونات أوجه تخسر طاقتها في جوار هذه الذرة ، مسببة تفكك بعض الجزيئات إلى جذور وشوارد حرة . أخيراً فإن الحالة المستقرة لذرة الحديد تتمدد بكمون الأكسدة والإرجاع لهذه الجذور ، حيث تقوم بأكسدة الحديد الثنائي إلى الحديد الثلاثي .

إن قيمة انقسام رباعي الأقطاب الكهربائي (ΔEQ) في حالة أطياف القذف للعينة Fe أصغر مما هي عليه في حالة أطياف الامتصاص بحدود 14% . ومن الواضح أنه لا يمكن غزو هذا الانقسام لتأثير الحجم وذلك لإن الحجم النهائي للنواة المتفككة هو نفسه للنواة المضيفة . كذلك فإن التسخين الموضعي مُستبعد تماماً لإن تحول (ΔEQ) كتابع لدرجة الحرارة ، ذو سلوك عادي (الشكل 3) . هذا التناقص لا يمكن إلا أن يكون نتيجة لتشكل حالات وسطية غير ثابتة للجزيء $Fe^{2+}(H_2O)_6$ تتولد نتيجة تفكك جزيئات الماء المجاورة بفعل الإشعاع .

الشكل (3) . انقسام رباعي الأقطاب الكهربائي (ΔEQ) كتابع لدرجة الحرارة من أجل المركب [$Co + Fe(BF_4)_2.6H_2O$] . الدائرة البيضاء للتسخين أما الدائرة السوداء فهي من أجل التبريد .

وتأكيداً للتفسير المذكور فقد تم استخدام طريقة تزامن ـ مسباور التي مكنت من دراسة الآثار اللاحقة بدلالة الزمن . وقد تبين من النتائج المستحصلة (الجدول 1) ، بعد زمن قدرة 50ns من تشكل الحالة المهيجة لذرة الحديد أن قيمة (ΔEQ) أكبر من قيمتها في حالة أطياف القذف . الأمر الذي لا يدع مجالاً للشك بأن الحالات الوسطية المتشكلة تبقى زمناً قدره 10^{-7}S ، لذلك فإن مساهماتها في الطيف ستعاني تغيراً ملحوظاً في تجارب التزامن

المتأخر . أيضاً فإن التناقص في نسبة Fe^{+2}/Fe^{+3} هو منطقي باعتبار أنه يتم تسجيل الحوادث التي تلي الـ 50ns الأولى .

متحولات مسباور	$\Delta EQ(\frac{mm}{s})$	$IS(\frac{mm}{s})$	$\Gamma(\frac{mm}{s})$	Fe^{+2}/Fe^{+3}
طيف القذف	2.82 + 0.02	1.28 + 0.02		
	1.08 + 0.03	0.40 + 0.02	0.92 + 0.02	1.30 + 0.05
طيف التزامن	2.98 + 0.06	1.28 + 0.02		
	0.75 + 0.06	0.48 + 0.03	0.51 + 0.07	1.11 + 0.19

الجدول(1) . قيم متحولات مسباور للمركب [Co + $Fe(BF_4)_2.6H_2O$] في حالتي طيف القذف العادي وطيف تزامن ـ مسباور عند درجة حرارة 200 K . القيم السفلي لـ ΔEQ و IS تعود للحديد الثلاثي . IS تعني الإزاحة الإيزوميرية ، Γ تعني عرض الخط الطيفي .

المراجع

1- I. Bergström in Alpha, Beta and Gamma- Ray Spectroscofy, North- Holland Publ., Amesterdam, (1965), P. 624

2- P. Gütlich, H. Köppen, J. de, Phys. 41 (1980) C1- 311

3- I. Dézsi, L. Keszthelyi, Sol. St. Comm. 4, (1966) 511

4- J. P. Adloff. Proc. Symp. Mössbauer Spectroscopy. Appl., IAEA, (1972) 301

5- G. R. Hoy, in Mössbauer Effect Methodology, ed. New York, (1970), Vol 6.