

Generation of Positronium Annihilation Lifetime Spectra in Polymers

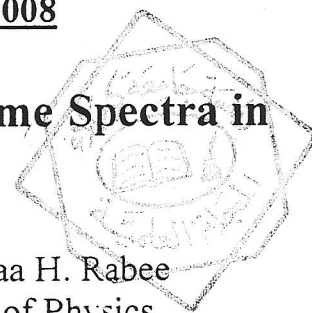
توليد أطياف زمن عمر فناء البوزترونيوم في البوليمرات

Mohannad H. Al-Budiri

Bahaa H. Rabee

Babylon University, College of Education, Department of Physics

E-mail: Mohannad_h80@yahoo.com



Abstract:

Positronium annihilation lifetime spectroscopy is a powerful probe that is used in the study of free volume in polymers. In this work we study the positronium annihilation lifetime spectra in polymers contain free volume and in pure polymers. The spectra that generated contain single Gaussian component fixed at 400ps convoluted with three lifetime components (τ_1, τ_2 and τ_3) and considering τ_1 originated from annihilation of para-positronium, τ_2 originated from annihilation of positrons in matter and τ_3 originated from annihilation of ortho-positronium in free volume also the background fixed at 0.001% of peak. Also study the effect of mean value of free volume size and its concentrations by study the effect of intensity of long-lived component (I_3) the theoretical spectra were compared with experimental spectra for polystyrene sample and we discussed the differences. We notice that as the long-lived component increase the right hand side of the spectrum rise. The difference between the experimental spectrum and the generated spectrum arises from that the background and time-zero channel in the generated spectra considered to be constant, but in experimental spectra, these parameter varied with thermal influences. Moreover the generated spectra described by single Gaussian component. The separating of 0.1 ns difference in lifetime components give specific description for positronium annihilation lifetime in polymers, also the difference of 5% in intensity give distinguished separating in the spectra, and these give distinguished components which have small intensities in experimental spectra. There are clear difference between positronium annihilation lifetime spectrum in pure polymers and positronium annihilation lifetime in defective polymers (contain free volume), this due to the effect of concentration and size of free volume on the spectrum. The small resolution (400ps) give a clear separation in smallest lifetime components (τ_1, τ_2) and smallest intensities in the generated spectra.

الخلاصة:

تعتبر تقنية حساب زمن عمر البوزترونيوم في البوليمرات طريقة جيدة جدا لدراسة الحجم الحر وتراكيزها في البوليمرات. في هذا العمل تم توليد ودراسة أطياف زمن عمر البوزترونيوم في البوليمرات التي تحتوي على حجم حر البوليمرات النقية. تم توليد هذه الأطياف نظريا بتصميم برنامج حاسوبي، تحتوي هذه الأطياف المولدة على مركبة كاونسية واحدة وثبتت عرض النطاق لمنتصف الذروة لهذه الدالة على 400 بيكوثانية ونفت دالة لانحلال للبوزترونيوم ذات الثلاث مركبات (τ_3, τ_2, τ_1) حيث إن τ_1 ناشئة من فناء البارابوزترونيوم و τ_2 ناشئة من فناء بوزترونات في المادة أما τ_3 فناشئة من فناء الأورثو-بوزترونيوم في الحجم الحر. تم تثبيت الأحداث العشوائية على 0.001% لقمة الطيف. أيضا تمت دراسة معدل قيمة الحجم الحر وتراكيزها وذلك بمعرفة تأثير شدة المحصلة الكبيرة (I_3). إن الأطياف المولدة نظريا قرنتت مع أطياف عملية لعينة من مادة البوليستيرين ونوقشت الاختلافات بين الأطياف النظرية والأطياف العملية. لاحظنا أن زيادة المحصلة الكبيرة فإن الجزء الأيمن من الطيف يرتفع. إن سبب الاختلاف بين الطيف النظري و الطيف العملي هو ثبوتية الأحداث العشوائية وثبوتية قناة الزمن الصفري في الأطياف المولدة نظريا أما في الطيف العملي تكون هذه العوامل متغيرة بسبب التأثيرات الحرارية. إضافة إلى ذلك فإن دالة الاستجابة الزمنية في الطيف النظري وصفت بمحصلة كاونسية واحدة. إن الاختلاف بقيمة 0.1 نانوثانية التي تفصل محصلات زمن العمر في الأطياف النظرية تعطي وصف دقيق لمواقع فناء البوزترونيوم في البوليمر. أيضا اختلاف 5% بالشدة يعطي فصل واضح في الأطياف. هنالك اختلاف واضح بين طيف البوليمر النقي وطيف البوليمر الذي يحتوي على حجم حر، هذا يعود إلى تأثير تركيز الحجم الحر في المادة. إن قيمة التحلل القليلة تعطي فصل واضح بين مركبتي زمن العمر القصيرتين (τ_2, τ_1) وكذلك في الشدة ذات القيم القليلة في الأطياف المولدة.

Key words: Positronium, Lifetime spectra, Free volume, Polymer.