

## دراسة حول تحسين الخصائص الومضية لبعض البلورات الأحادية

الدكتور أحمد حميد خضرو \*

الدكتور احمد عبد اللطيف بطيخ \*\*

(تاريخ الإيداع 9 / 4 / 2008. قُبل للنشر في 22/7/2008)

### □ الملخص □

يعدّ هذا العمل استمراراً لدراسة الخصائص الومضية للبلورات الأحادية. أُجري قياس هذه الخصائص: الطيف، زمن الاضمحلال والمردود الطاقى للبلورات  $\text{CaMoO}_4$ ,  $\text{SrMoO}_4$  الأحادية تحت تأثير أو تهيج الأشعة السينية. أبدت البلورة  $\text{CaMoO}_4$  مردوداً جيداً ( $\eta=20\%$ ) مقارنة مع مردود البلورة القياسية  $\text{CsI: Tl}$ ، وزمن اضمحلال رئيسي ( $\tau=16\mu\text{s}$ ) بطيئاً. أما البلورة  $\text{SrMoO}_4$  فأبدت مردوداً ( $\eta=6\%$ ) وزمن اضمحلال ( $\tau=1\mu\text{s}$ ). أظهرت البلورتان المدروستان لدى تعريضهما للأشعة السينية مقاومة عالية ضد التأثير بهذه الأشعة. أجريت القياسات في جامعة بطرس بورغ التكنولوجية الحكومية- روسيا الاتحادية عام 2006.

الكلمات المفتاحية: 1- التألق السيني، 2- زمن الاضمحلال 3- بلورة أحادية.

\* أستاذ مساعد- قسم الفيزياء- كلية العلوم- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

\*\* مدرس- قسم الفيزياء- كلية العلوم- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

## A Study about Improvement of Scintillation Characteristics of Single Crystals

Dr. Ahmad Hameed Khadro\*  
Dr. Ahmad Abdul-latif Batteekh\*\*

(Received 9 / 4 / 2008. Accepted 22/7/2008)

### □ ABSTRACT □

This work is a continuation to the study of the scintillation characteristics of single crystals. The measurement of these characteristics: spectra, decay time and energy efficiency (yield) for the single  $\text{CaMoO}_4$ ,  $\text{SrMoO}_4$  crystals was effectuated under X-ray excitation. The  $\text{CaMoO}_4$  crystal has a good energy efficiency ( $\eta=20\%$ ) comparing to standard  $\text{CsI} : \text{Tl}$  crystal, and a slow main decay time ( $\tau=16\mu\text{s}$ ). But the  $\text{SrMoO}_4$  crystal exhibited ( $\eta=6\%$ ) efficiency, and ( $\tau=1\mu\text{s}$ ) decay time. the crystals we examined showed high resistance against X-ray radiation. The measurements were done in Tech-Governmental University of Petersburg- Russia, in year 2006.

**Keywords:** X-ray luminescence. Decay time. Single crystal.

---

\* Associate professor, Physics Dept., Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia- Syria.

\*\* Assistant, Physics Dept., Faculty of Sciences, Tishreen University- Lattakia- Syria.

**مقدمة:**

ينتمي المركبان  $PbWO_4$  ,  $CaWO_4$  إلى البنى البلورية اللامعة، ولهما مخططات عصابات طاقة متشابهة ومسافات بين أيوني الأكسجين والمعدن في بلورتيهما متساوية تقريباً، وتبين أن مميزات تألق البلورات الحاوية على الشوارد الأكسجينية السالبة  $(MoO_4)^{2-}$  ,  $(WO_4)^{2-}$  تكاد تكون متماثلة [1]. حازت البلورة  $PbWO_4$  على اهتمام كبير ودرست بشكل مستفيض في العقود الأخيرة [2]، في حين لم تحظ المركبات الأخرى الحاوية على الشوارد الأكسجينية السالبة  $(MoO_4)^{2-}$  على نفس الاهتمام.

درس المركب  $PbMoO_4$  ووجد أنه لا يتألق عند درجة حرارة الغرفة، الأمر الذي كان سبباً في عدم الاهتمام بالمركبات الحاوية على العنصر Mo وعدت غير ذات أهمية كمواد متألقة [3]. ويُظهر المركب  $PbWO_4:Mo$  تألقاً بطيئاً بسبب كمية الموليبدنيوم القليلة في بلورة المركب المذكور يتمثل في التوهج المتبق [4]. إن ذلك يدفع الباحثين إلى مزيد من الاهتمام والدراسة للكشف عن مميزات وصفات العنصر Mo في المركبات المختلفة لتطوير وتحسين صفاتها الوميضية.

**هدف البحث وأهميته:**

نظراً للإعتبرات السابقة هدف البحث إلى القيام بقياس مميزات التألق وزمن الاضمحلال والمردود للبلورات  $CaMoO_4$  ,  $SrMoO_4$  تحت تأثير الأشعة السينية بغية الكشف عن الخواص الوميضية لهذه البلورات وتطويرها، فمن المعلوم أنه كلما كان التألق أسرع كلما كان اعتماد هذه المواد المتألقة كبيراً في تطوير الأجهزة المعتمدة على ظاهرة التألق كالأجهزة الليزرية والطبية وغيرها.

**طرائق البحث ومواده:**

حُضرت البلورات الأحادية المدروسة  $CaMoO_4$  ,  $SrMoO_4$  بطريقة تشوخرالسكي Chokhralsky لتتمية البلورات، وجعلت عينات هذه البلورات بالأبعاد  $3 \times 10 \times 12 \text{ mm}^3$  وكانت ذات بنية بلورية جيدة. وصفت الأجهزة المستخدمة في القياس وشرح عملها من قبل رودني [5]، وهي مبينة في الشكل (1) الذي يحتوي على الوحدات التالية:

- 1- مولد ترددات متغير. 2- معدلة. 3- منبع أشعة سينية نبضية. 4- منبع تغذية الجهد العالي.
- 5- وحدة التحكم والتوجيه. 6- منبع تغذية معدل. 7- منبع جهد متغير. 8- محول فصل. 9- جهاز تحكم زمني يتصل بالقناة START. 10- معدل زمني متغير. 11- مقياس تردد. 12- جهاز تحكم زمني يتصل بالقناة STOP. 13- مضخم. 14- مولد إلكتروني ضوئي. 15- منبع تغذية للمولد الإلكتروني الضوئي. 16- محلل رقمي متغير. 17- كومبيوتر IBM PC. 18- حجيرة Cryostat. 19- نافذة الحجيرة من البيريليوم. 20- نافذة كوارتزية. 21- العينة. 22- محلل الطيف.

تم قياس طيف الإشعاع بواسطة جهاز الأشعة السينية ذي التهيج المستمر تحت جهد  $U = 45 \text{ kV}$  وتيار  $I = 14 \text{ mA}$ . استخدم مضاعفان إلكترونيان ضوئيان PMT من أجل الأطوال الموجية المختلفة. ففي منطقة الأمواج القصيرة (200-680nm) استخدم المضاعف PMT-106 وفي منطقة الأمواج الطويلة (400-1100 nm) استخدم المضاعف PMT-83، وفي بعض الحالات فُضِّل استخدام PMT-106 أكثر من PMT-83 لأنه أكثر حساسية.

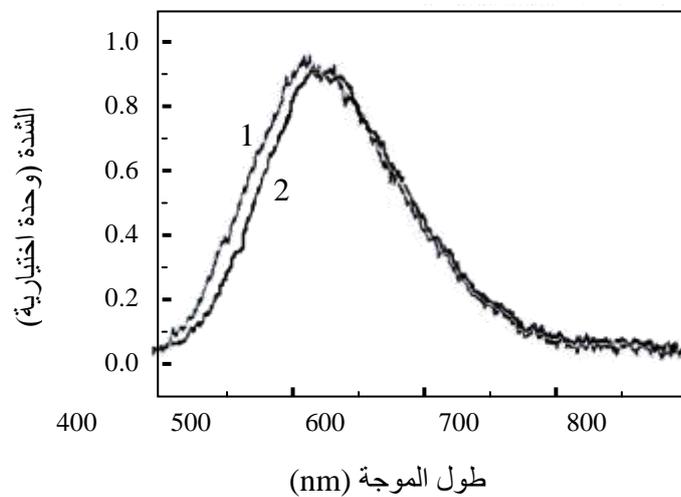


التحريض الضوئي [7,8]. يعرف المردود الطاقى  $\eta$  بنسبة طاقة الإشعاع الوميضى إلى طاقة الإشعاع التحريضي ويعطى بالعلاقة:

$$\eta = \frac{\omega}{\omega_a} = \frac{N h \nu_2}{N_n h \nu_1} = \eta_{qu} \frac{\nu_2}{\nu_1} = \eta_{qu} \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

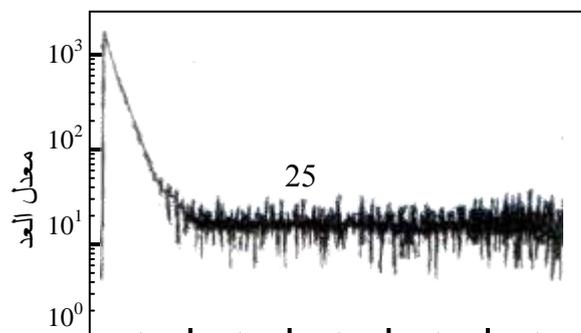
حيث:  $\omega$  استطاعة الإشعاع الصادر،  $\omega_a$  استطاعة الإشعاع الممتص،  $\eta_{qu} = \frac{N}{N_n}$  المردود الكوانتي التآلفي،  $N$  عدد الفوتونات الصادرة في وحدة الزمن،  $N_n$  عدد الفوتونات الممتصة في وحدة الزمن.

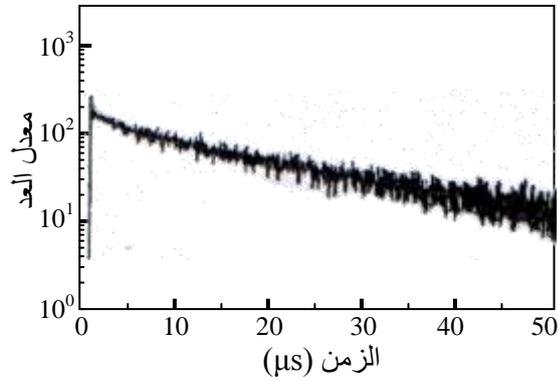
ويساوي لهاتين البلورتين  $\eta=6\%$ ,  $\eta=20\%$  على الترتيب من المردود الطاقى للبلورة القياسية  $CsI:Tl$  التي يكون من أجلها طاقتي الإشعاع الوميضى والتحريضي متساويتين تقريباً وبالتالي مردودها يساوي الواحد.



الشكل (2): حزمتا إصدار محرضتين بالأشعة السينية للبلورتين  $SrMoO_4$  المنحني (1) و  $CaMoO_4$  المنحني (2)

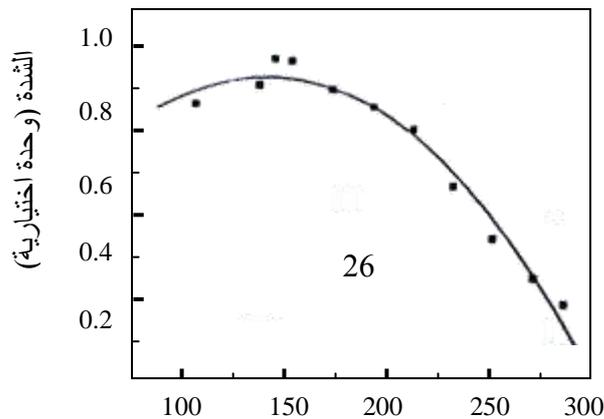
يبين الشكلين (3) و (4) الطيفين النبضيين المحرضين بالأشعة السينية لتألق البلورتين المذكورتين. تبدي البلورة  $SrMoO_4$  اضمحلالاً في التألق أسياً وحيداً بمقدار مرتبتيين من القيمة العظمى، ويستمر هذا الاضمحلال لزمن قدره  $\tau = (1,33 \pm 0,01) \mu s$ ، الشكل (3). أما البلورة  $CaMoO_4$  فتظهر مركبة سريعة ضعيفة  $\tau_1 = 4 ns$  وأخرى بطيئة رئيسية  $\tau_2 = (16,6 \pm 0,1) \mu s$ ، الشكل (4).





الشكل (4): الطيف النبضي المعرض بالأشعة السينية للبلورة  $\text{CaMoO}_4$

إن علاقة شدة التألُّق بالحرارة، الشكل (5)، هي علاقة نموذجية ومميزة للتألُّق الذاتي لهذا النوع من المواد [7]. إن ذلك يوافق أن الأوكسي أنيونات  $(\text{MoO}_4)^{2-}$  هي المسؤولة عن التألُّق الذاتي للمركبات المدروسة. ورغم ذلك يبقى التركيب الميكروي لمركز التألُّق غير معروف بشكل كافٍ. إن مركبات الإصدار البطيئة والسريعة في إطار النموذج الشبيه بالإكسيتوني [7,8] يمكن أن تتعلق بانتقالات الأوكسي أنيونات  $(\text{MoO}_4)^{2-}$  الأحادية-أحادية والثلاثية-أحادية.



نلاحظ أن البلورات المدروسة تبدي مقاومة عالية للإشعاع، وإنما لم تظهر قمماً تألفية في حالة التألق المحثوث حرارياً بعد التشعيع بالأشعة السينية لمدة 10 min وبجرعة حوالي 1Gy.

#### الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت البلورات  $\text{CaMoO}_4$ ,  $\text{SrMoO}_4$  خصائص وميضية مرضية بمردود طاقي 6%، 20%، على الترتيب، بالمقارنة مع البلورة القياسية  $\text{CsI} : \text{Tl}$ . وتبدي جميع البلورات المدروسة مقاومة عالية للإشعاع، وإن مركبات الإصدار البطيئة والسريعة يمكن أن تتعلق بانتقالات الأكسي أنيونات  $(\text{MoO}_4)^{2-}$  الأحادية-أحادية والثلاثية-أحادية.

#### المراجع:

- [1]. ZHAN, Y.; HOLZWARTH, N. A. W.; WILLIAMS, R. T. Phys. Rev. B, V. 57, 1998, 12738.
- [2]. LECOQ, P. DORENBOS, P.; EIJK, C.W.E. VAN (Eds.). *Proceedings of the International Conference on Inorganic Scintillators and their Application*, SCINT95, Delft University Press, Delft, 1996, 52-69.
- [3]. DERENZO, S. E.; MOSES, W. W.; NOTARISTEFANI, F. DE; LECOQ, P.; SCHNEEGANS, M. (Eds.). *Proceeding of the International Workshop, on Heavy Scintillators for Scientific and Industrial Applications*, Crystal 2000, Chamonix, France, Frontieres, Gif sur Yvette, 1993, 125-135.
- [4]. BHOM, M.; BORISEVICH, A. E.; DROBYCHEV G. Y. et al., Phys. Stat. Sol. A, V.167, 1998, 243.
- [5]. POTAPOV, A. S.; RODNY, P. A.; MIKHRIN, S.B. . *Experimental set-up for measurement of luminescence characteristics at X-ray excitation*, Ykraina, Radiat. Meas. Vol. 38, 2004, 839.

