

Nuevos dosímetros de radiación ultravioleta solar: KCl:Eu^{2+} y $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

J.A. MUÑOZ¹, B. CASTAÑEDA³, M. BARBOZA-FLORES³, R. PÉREZ-SALAS³, R. ACEVES³, A. DELGADO², J.L. MUÑOZ², I. AGUIRRE DE CARCER¹, F. CUSSÓ¹, F. JAQUE¹.

1. Dept. Física de Materiales. Universidad Autónoma de Madrid C-IV. Cantoblanco. Madrid 28049.

2. Centro de Investigaciones Medioambientales y tecnológicas CIEMAT. Avda. Complutense, s/n (Madrid)

3. Centro de Investigación en Física, Universidad de Sonora, P.O. Box 5-088, Hermosillo, Sonora 83190, México.

En este trabajo, se han estudiado las respuestas termoluminiscentes de dos materiales, KCl:Eu^{2+} y $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, al ser sometidos a la radiación solar, con el fin de evaluar su posible uso en la medida de dosis de radiación ultravioleta incidente sobre la superficie terrestre.

Palabras clave: Termoluminiscencia, dosimetría ultravioleta, radiación UVB y UVC, europio, haluros alcalinos, aluminas.

New Ultraviolet Solar Radiation doseimeters: KCl:Eu^{2+} and $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$

In this work, the thermoluminescence response of KCl:Eu^{2+} and $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ under solar irradiation has been studied. These materials exhibit selective excitation under UVC and UVB radiation respectively.

Key words: Thermoluminescence, ultraviolet dosimetry, UVB and UVC radiation, europium, alkali halides, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$.

1. INTRODUCCION

En los últimos años, y en gran medida motivado por los problemas en la capa de Ozono sobre la Antártida, la medida de la radiación ultravioleta solar incidente sobre la superficie terrestre como método de seguimiento de la evolución de la capa de ozono ha cobrado un notable interés. Así mismo, es también de gran interés la cuantificación de exposiciones a radiación ultravioleta en diferentes actividades industriales. En este sentido tienen gran importancia las medidas de dosis acumuladas en la exposición a este tipo de radiación, ya que es conocido que sus efectos tienen carácter acumulativo.

En los últimos años se han venido estudiando los haluros alcalinos particularmente los dopados con Europio como posibles dosímetros de radiación UVC (230nm-270nm) (1, 2), en esta línea se han investigado otros materiales $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, CaSO_4 , $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3, 4) presentado este último unas características de alta sensibilidad, estabilidad, linealidad y límites de detección muy bajos que le convierten en un muy interesante material para aplicaciones dosimétricas en el ultravioleta (3). En este trabajo se han estudiado las respuestas de KCl:Eu^{2+} y $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ a la radiación ultravioleta mostrando especial interés en su respuesta a la radiación solar.

2. EXPERIMENTAL

Los cristales de KCl:Eu^{2+} fueron crecidos en el Laboratorio de crecimiento de cristales de la Universidad Autónoma por el método Czochralski. La concentración de Eu^{2+} fue estimada en 150 ppm a partir de los espectros de absorción. Para las

medidas de termoluminiscencia se usaron muestras de 5x5x1 mm aproximadamente, cortadas a partir de los cristales originales.

Los cristales de $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ fueron obtenidos del Instituto Politécnico de los Urales, Ekaterinburg, Rusia en forma de pastillas de 5mm de diámetro y 1mm de espesor.

Todas las muestras fueron sometidas a un tratamiento de templado a temperatura ambiente después de un recocido a 500°C durante 10 minutos, antes de exponerlos a radiación ultravioleta, con el objeto de eliminar posibles dosis acumuladas anteriormente.

Las medidas de excitación de termoluminiscencia mediante luz ultravioleta fueron llevadas a cabo en dos fases: En una primera se determinó en el laboratorio mediante una lámpara de xenon 150W y monocromador Jobin-Yvon de 15cm y 1250 líneas/mm. El espectro de excitación es posteriormente corregido por la respuesta espectral del sistema. En una segunda fase las muestras fueron expuestas a la radiación solar a través de un telescopio Newtoniano de 1m de distancia focal y 30 cm de apertura, procedente de un sistema LIDAR, al que se acopló un monocromador similar al del diseño anterior (Figura 1).

Las medidas de termoluminiscencia fueron realizadas en un equipo Harshaw con un ritmo de calentamiento de 5°C/s.

3. RESULTADOS

Tras exposición a luz ultravioleta en el laboratorio las muestras de KCl:Eu^{2+} presentan emisión termoluminiscente en el rango de temperaturas 50-300°C, con un pico dominante en torno a 130°C y dos picos menores a 210 y 250°C para un ritmo

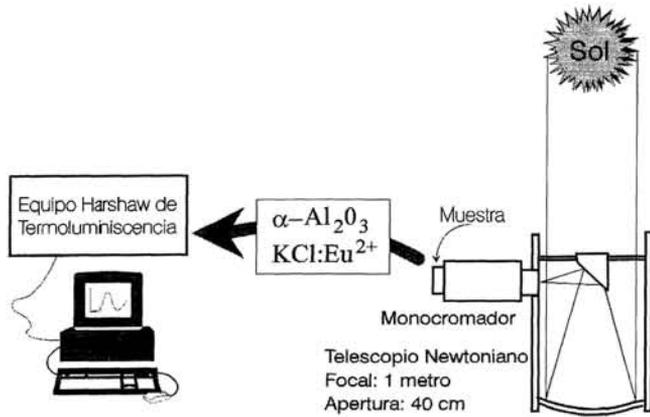


Fig. 1. Sistema experimental para la determinación de la dependencia espectral de la excitación de la termoluminiscencia bajo irradiación solar.

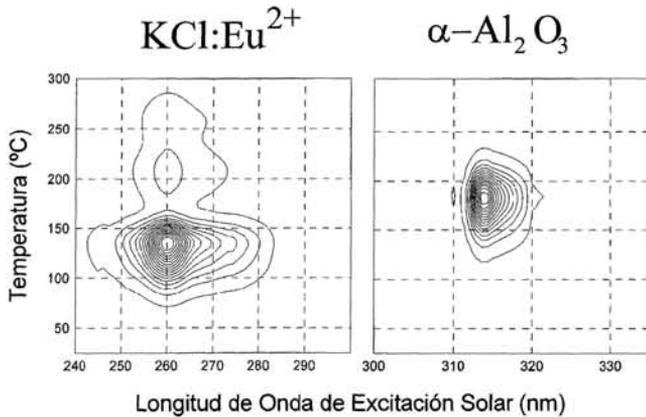


Fig. 2. Curvas de igual intensidad correspondientes a los espectros de excitación bajo luz solar de KCl:Eu^{2+} y $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$.

de calentamiento de 5°C/s . La activación de la respuesta termoluminiscente debida al ultravioleta queda verificada por la supresión de la misma cuando la iluminación se realiza a través de un filtro de corte de radiación ultravioleta.

Las muestras de Al_2O_3 presentan un único pico en torno a los 180°C , con apariencia simétrica lo que podría indicar bien

cinética distinta a uno, o bien, la presencia de más de un pico fuertemente solapados.

Los espectros de excitación termoluminiscente obtenidos en el laboratorio (Lámpara de Xenón) presentan una excitación dominante en la zona 200-260 nm para ambos materiales (1, 3). En el KCl:Eu^{2+} la excitación presenta un máximo en torno a 240 nm, coincidiendo con la zona de alta energía del espectro de absorción de este material. En el caso de la Al_2O_3 el espectro de excitación presenta su máximo en torno a 220 nm mientras que la absorción tiene su máximo en 200 nm seguido de una banda ancha que se extiende hasta más allá de los 300 nm.

Bajo excitación con luz solar los espectros de excitación corresponden ahora a la convolución de la respuesta del material y del espectro solar, de fuerte variación en la región ultravioleta. La Figura 2. muestra estos espectros de excitación en forma de diagramas de líneas de igual intensidad.

Puede apreciarse como en el caso del KCl:Eu^{2+} la excitación dominante se produce a 260 nm, mientras que para la Al_2O_3 la excitación se produce preferentemente a 313 nm.

Estas dos zonas de excitación solar corresponden a las zonas denominadas UVC y UVB respectivamente.

La alta sensibilidad y reproducibilidad de estos materiales les hace aparecer como materiales muy adecuados para la dosimetría ultravioleta selectiva.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la CE bajo el proyecto CI*-CT93-0316 AR y el Instituto de Cooperación Iberoamericana. ♦

BIBLIOGRAFIA

1. I. Aguirre de Cárcer, G. Lifante, F. Cussó, F. Jaque and T. Calderón. « Europium-doped alkali halides as a selective ultraviolet dosimeter material in the actinic region ». *Appl. Phys. Lett.* **58** (17) 1825-1826 (1991).
2. E. España, T. Calderón, F. Cussó, F. Jaque, G. Lifante and P. D. Townsend. « Detection of ultraviolet radiation in the actinic range at the earth's surface using Eu-doped NaCl crystals ». *Nuclear Tracks Radiat. Meas.* **20** 605-607 (1992).
3. R. Pérez-Salas, R. Aceves, R. Meléndrez, M. Barboza-Flores and L.P. Pashenko « Ultraviolet dosimetric properties of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ crystals ». *Appl. Phys. Lett.* **63** (7) 894-895 (1993).
4. S. W. S. McKeever. « Thermoluminescence of solids ». Cambridge University Press. (1985).