

Instituto Balseiro

MAGISTER EN FÍSICA – Mención Ciencia de Materiales

y/o Materia Optativa

**Cerámicos** (1/2 Materia Cerámicos Módulo I) o bien **Cerámicos** (1 Materia Módulo II)

Temario

Sistemas óxidos / carburos / nitruros / carbono [SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiAlON, C, etc]-diagramas de equilibrio.

Materias Primas [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; K<sub>2</sub>O.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.6SiO<sub>2</sub>, etc]. Cerámicos comerciales - mullite (3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2SiO<sub>2</sub>), ferrites (Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>FeO<sub>4</sub>), superconductores (YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>), óxidos iónicos conductores (y estructurales) (ej. Zr<sub>1.85</sub>Ca<sub>0.15</sub>O<sub>1.85</sub>), óxidos nucleares (UO<sub>2</sub>: ver [11]), estructurales como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, cordierite (2MgO. 2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 5SiO<sub>2</sub>) y varias arcillas o clays (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 2 SiO<sub>2</sub>. 2H<sub>2</sub>O), y no-óxidos como SiC y Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>; ver [1-3], [7, 8].

Diagramas de equilibrio (ver [4]).

Síntesis de polvos precursores-Conformación vía seca/húmeda (barbotinas, prensado (axial/isostático), extrusión,etc)-Método de slip-casting.

Cinéticas de densificación (mediante estado sólido, fase líquida o flujo viscoso; densificación bajo presión externa; [1], [8-10]); conceptos topológicos; crecimiento de grano cerámico; textura de cerámicos.

Cerámicos dieléctricos (lineales/no lineales; ver [7]) - piezoeléctricos - magnéticos (ferritas duras/blandas, etc) – semiconductores – superconductores de alta T<sub>c</sub>.

Fibras cerámicas óxidos / no-óxidos y de carbono.

Materiales compuestos de matrices metálicas, cerámicas, vítreas, y poliméricas reforzados con partículas cerámicas o fibras cerámicas, incluyendo ‘carbon-carbon’.

Experimentos MÓDULO I

1. Conformación de cuerpos verdes, mediante slip-casting, y/o prensado (axial/isostático);
2. Sinterización; regímenes de densificación mediante dilatometría de compactos de partículas de plata; metalografía de las muestras policristalinas resultantes.
3. Síntesis de mullite (mulita, base de sistemas de componentes refractarios) 3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 2SiO<sub>2</sub>, y densificación exploratoria en horno del Grupo de Caracterización de Materiales.

4. Fases/diagramas de equilibrio (DTA/XRD/TEM) de las composiciones cerámicas/policristalinas preparadas.

### Experimentos MÓDULO II

1. Conformación de cuerpos verdes, mediante slip-casting, y/o prensado (axial);
2. Sinterización; regímenes de densificación mediante dilatometría:
  - ..compacto de partículas de plata.
  - ..compacto de partículas de cerámico superconductor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-y}$ , o composición equivalente.
  - ..compacto de partículas de vidrio especial o bien de un gel-óxido a dar una composición vítrea.
3. Síntesis de titanato de bario y caracterización de transición ferroléctrica & mediciones de constante dieléctrica y pérdidas en función de frecuencia, voltaje y temperatura; o bien síntesis de  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  mediante el método sol-gel.
4. Fases/diagramas de equilibrio (DTA/XRD/TEM) de aluminatos (mullite, etc), carburos y carbono;
5. Ensayos mecánicos de tensión / deformación a la rotura mediante flexión a 4 puntos.
6. Sistemas especiales caracterizados mediante dilatometría, tanto para propiedades de densificación como de expansión térmica, y o transiciones estructurales particulares.

### Bibliografía

- [1]- Sintering processes ; Ed. G.C.Kuczynski ; Plenum Press , N.Y., 1979.
- [2]- Introduction to ceramics; W.D. Kingery, H.K. Bowen and D.R. Uhlmann; John Wiley & Sons , N.Y. , 1976.
- [3]- Properties of Ceramic Raw Materials; W. Ryan; Pergamon Press, Oxford, 1978.
- [4]- Physical Ceramics; Y-M. Chiang, D.P. Birnie and W.D. Kingery; John Wiley & Sons, New York, 1997.
- [5]- An introduction to ceramic science ; D.W. Budworth; Pergamon Press , Oxford , 1970.
- [6]- An introduction to metal matrix composites; T.W. Clyne and P.J. Withers, Cambridge Univ. Press (1993).
- [7]- Ceramic materials for electronics; R.C.Buchanan; Marcel Dekker, Inc. (1991).
- [8]- Apunte “Sintering” de Dr.C.González Oliver y Referencias seleccionadas.
- [9]- Sintering. Densification, Grain Growth & Microstructure; S-J. L. Kang; Elsevier Butterworth – Heinemann, Oxford, 2005.
- [10]- Sintering Theory and Practice; R.M. German; John Wiley & Sons, New York, 1996.

[11]- Dehautd, Ph et.al; Activation energy of  $\text{UO}_2$  and  $\text{UO}_{2+x}$  sintering; J. Nuclear Materials, 299 (2001), pp. 250-259.

Carácter: Media Materia con Experimentos Módulo I o Una Materia. Con Experimentos Módulo II

Dedicación: 120 horas para el caso de Una Materia, o unas 90 horas en el caso de Media Materia. Las cargas horarias se dedican a Clases Teóricas, Practicas de Problemas, y Experimentos de laboratorio [incluyendo preparaciones de pellets y densificaciones, análisis de muestras (XRD, SEM, metalografía, ensayos mecánicos y otros)].

Evaluación: (a) Exámen escrito y (b) Presentación del Informe Experimental basados en los trabajos experimentales y memorias técnicas asignadas.

Dictado: Dr.C.González Oliver.

Colaboradores: Varios profesionales con quienes se discute los objetivos de este Curso, la accesibilidad a laboratorios del CAB para poder realizar los experimentos asociados a este Curso, y la distribución de temas de clases básicos y complementarios.-