

FÍSICA DEL HIELO

CURSO DE POSGRADO-FAMAF-UNC -2010

El agua y su importancia en la naturaleza son indiscutidas. Además las propiedades físico-químicas específicas de esta sustancia la distinguen de muchas otras y tornan apasionante su estudio. En particular, el agua en estado sólido o hielo, tiene también propiedades exclusivas e interviene en un sinnúmero de fenómenos naturales. El objetivo del presente curso es el de estudiar las diferentes propiedades físicas del hielo y reconocer sus aplicaciones en fenómenos naturales y tecnológicos.

PROGRAMA TENTATIVO

Contenidos conceptuales

1. **Introducción.** El hielo en la naturaleza: su importancia. La molécula de agua: la ligadura puente hidrógeno, naturaleza polar. El hielo Ih: estructura, entropía del punto cero. Naturaleza de la ligadura del hielo Ih.
2. **Propiedades térmicas, elásticas y dinámicas de la red Ih.** Generalidades. Elasticidad. Propiedades térmicas. Fases sólidas del hielo a alta presión. Espectroscopía de vibraciones de la red del Ih. Modelos
3. **Propiedades eléctricas.** Fundamentos. Relajación de Debye: Dependencia con la frecuencia. Susceptibilidad estática. Defectos puntuales protónicos. Teoría de Jaccard. Electrodo bloqueante. Constante de tiempo. Mediciones en hielo puro y dopado. Otras propiedades eléctricas: efecto termoeléctrico, electretos, comportamiento ferroeléctrico, etc.
4. **Defectos. Puntuales:** generalidades. Concentración en equilibrio térmico. Difusión y movilidad. Impurezas químicas. *Dislocaciones y defectos planares:* dislocaciones de borde y tornillo y bordes de grano. Movilidad de las dislocaciones
5. **Propiedades mecánicas.** Generalidades. Propiedades elásticas. Deformación plástica de mono y policristales. Fractura.
6. **Propiedades ópticas:** Las ondas electromagnéticas en hielo. Rango infrarrojo. Rango visible: birrefringencia. Rango ultravioleta. Estructura electrónica.
7. **Superficie del hielo:** Introducción. Estructura superficial. Estudios experimentales: microscopía y elipsometría óptica, propiedades eléctricas, resonancia magnética nuclear, microscopía por efecto túnel. Energía superficial. Revisión de evidencias experimentales y modelos teóricos.
8. **Crecimiento de hielo a partir de la fase vapor:** Nucleación de hielo. Hábitos de crecimiento. Velocidad de crecimiento
9. **Crecimiento de hielo a partir de la fase líquida:** Hábitos de crecimiento a partir de agua sobre-enfriada. Técnica de crecimiento de monocristales y policristales. Velocidad de crecimiento

Contenidos procedimentales-experimentales

Trabajos prácticos-experimentales propuestos:

- 1- Estudio de técnicas experimentales de caracterización de la estructura cristalina del hielo: replicado plástico y láminas delgadas
- 2- Determinación de la orientación cristalina de una interfase de hielo mediante propiedades ópticas.
- 3- Estudio experimental de propiedades eléctricas volumétricas y superficiales del hielo: conductividad o efecto Hall
- 4- Determinación de características de deformación mecánica de muestras policristalinas de hielo
- 5- Hábito de crecimiento de cristales de hielo a partir de la fase vapor
- 6- Técnicas de crecimiento de monocristales, bicristales y policristales de hielo

Trabajos prácticos de estudio propuestos

- 1- Exposición de trabajos de investigación básicos y/o de actualidad en hielo
- 2- Descripción de problemas naturales y tecnológicos de aplicación de la física del hielo
- 3- Exposición de los trabajos prácticos experimentales de laboratorio

Bibliografía sugerida

- 1- Ice Physics, Peter Hobbs. Ed. Clarendon Press. Oxford, 1974*
- 2- Physics Of Ice, Victor F. Petrenko and Robert W. Whitworth. Ed. Oxford University Press, 1993*
- 3- Kittel “Introducción a la Física del estado sólido”, Ed. Reverté, Barcelona, 1956
- 4- Structure Of Ordinary Ice, Victor Petrenko. Ed. Thayer School Of Engineering Dartmouth College. Cold Regions Research And Engineering Laboratory, Philadelphia, 1993
- 5- Solid State Physics. Ashcroft y Mermin, Saundes College, Philadelphia, 1976
- 6- Interfaces in Crystalline Material. Sutton y Balluffi. Oxford Science Publications, Oxford, 1995
- 7- Dynamics of Crystal Surfaces and Interfaces. Duxbury y Pence, Plenum Press. London, 1997
- 8- Trabajos varios actuales de diversos investigadores, entre ellos: Jaccard, Petrenko, Balluffi y Withworth

*Bibliografía Básica fundamental

Cantidad de horas: 80 hs teórico y 20 hs experimentales. Total **100** horas reloj.

Condición de regularidad: asistencia al 80% de las clases teóricas y realización del 100% de los trabajos prácticos propuestos

Modalidad de examen final: examen individual oral y/o escrito

Docente: Lucía Arena