



UNC

Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EXP- UNC: 1736/2018

RES CD N°66/2018

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Física del Hielo.	AÑO: 2018
CARACTER: Especialidad	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 5º año 1º cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

En esta materia vamos a presentar las propiedades físicas del hielo que representa uno de los sólidos más estudiados, más abundantes y más fascinantes de la tierra. Grandes masas de hielo cubren la tierra y las mismas son estudiadas por geofísicos y geólogos. También los meteorólogos estudian el hielo en la atmosfera y su incidencia sobre el clima y el tiempo. Hay físicos estudiando propiedades mecánicas, eléctrica, ópticas y térmicas y su incidencia sobre fenómenos naturales. También los cristalógrafos estudian este interesante solido y sus fascinantes propiedades y fases cristalinas. En este curso podremos explorar los estudios de cada una de las disciplinas y relacionarlos entre sí.

CONTENIDO

Unidad 1: Molécula de agua
Composición de la molécula de agua
Energía de formación y disociación de la molécula de agua
La naturaleza polar del agua
Espectro infrarrojo
Fuerzas entre átomos
Momento eléctrico cuadrupolar y octopolar de la molécula de agua
Ligaduras de la molécula de agua
Valencia y teoría orbital molecular distribución de electrones
Modelo de cargas puntuales estructura del hielo
Arreglo geométrico de átomos de oxígeno
Posición de los hidrógenos
Momento dipolar
Naturaleza de la ligadura en hielo Ih
Energía de Puente hidrógeno del hielo IH
Fases del agua fases del agua sólida alta temperatura
Estructura cristalográfica del Hielo I, II,III,IV;V,VI,VII
Hidratos cloratos
Hielo sobrecalentado

Unidad 2: propiedades eléctricas
Estudio experimental de la conducción y la constante dieléctrica
Mediciones en hielo puro
Permitividad relativa alta frecuencia
Permitividad estática relativa
Tiempo de relajación dieléctrica
Permitividad relativa dependiente de las frecuencias
Conductividad alta frecuencia
Defectos superficiales concentración y movilidad de portadores de carga en hielo
Naturaleza de las cargas en hielo
Mediciones en hielo
Mediciones en hielo dopado
Ácido fluorhídrico
Amonio

[Handwritten signature]



UNC

Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EXP- UNC: 1736/2018

RES CD N°66/2018

Hidróxido de amonio
Fluoruro de amonio
Otras impurezas
Efecto de la presión
Efecto de la deformación y formas de hielo a alta presión
Teoría el estudio de las propiedades dieléctricas y conductiva de hielo
Ecuación de Debye
Defectos en hielo puntuales y azul y
Efectos ionizantes
Propiedades eléctricas
Efecto termoeléctrico

Unidad 3: propiedades ópticas
Refracción absorción y reflexión
Emisividad luminiscencia y termoluminiscencia
Interpretación de los espectros de Raman el hielo
Espectro de vibración en hielo polimórfico
Absorción de radiación solar del hielo y la nieve
Modificaciones del albedo
Inestabilidad del hielo Polar Ártico
Ecos de radar a través del hielo polar

Unidad 4: propiedades mecánicas
Dislocaciones en hielo
Propiedades elásticas del hielo
Constantes elásticas del hielo
Inelasticidad hielo
Experimentos
Presión interna
Deformación plástica del deslizamiento en hielo puro
Efecto de la impureza sobre deformación plástica de monocristales de hielo
Deformación plástica en policristales
Endurecimiento del hielo
Mecanismos que envuelven deformación en cristales de hielo
Fractura
Fluencia de glaciares
Ingeniería del hielo

Unidad 5: propiedades térmicas y difusión en hielo
Relación entre presión volumen y temperatura
Conductividad térmica
Energía térmica
Interpretación teórica de las propiedades térmicas
Capacidad calórica
Amplitud vibración en el hielo
Conductividad térmica
Difusión volumétrica en hielo
Crecimiento de las capas de hielo
Cristales Thomson
Propiedades superficiales
Teoría de la capa quasi-líquida en hielo
Sinterizado de adhesión
Adhesión a la superficie sólida
Fricción en hielo



UNC

Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EXP- UNC: 1736/2018

RES CD N°66/2018

Potenciales eléctricos superficiales
El hielo energía superficial en hielo
Condensación y evaporación
Nucleación en hielo homogénea y heterogénea
Experimentos en nucleación heterogénea
Crecimiento epitaxial
Nucleación de hielo polimórfico alta presión

Unidad 6: Crecimiento de hielo desde la fase vapor
Estudios de laboratorio de cristales de hielo
Efecto con la temperatura
Efecto de los núcleos
Gases y vapor
Efecto de campo eléctrico
Crecimiento de cristales
Crecimiento lineal
Crecimiento de masa
Propagación de escalones
Cristales negativos

Unidad 7: crecimiento del hielo de la fase líquida
Hábitos de crecimiento del hielo en agua sobreenfriada
Crecimiento del hielo en agua levemente sobreenfriada y fuertemente sobreenfriada
Crecimiento perpendicular al eje c
Crecimiento paralelo al eje c
Crecimiento de dendritas
Crecimiento de soluciones acuosas súper enfriadas
Derretimiento interno del hielo
Crecimiento planar
Incorporación de impurezas
Potenciales de contacto
Gotas de agua congeladas
Crióbiología

Unidad 8: hielo en la atmósfera
Origen de las partículas en las nubes
Técnicas experimentales para el estudio de núcleos de hielo
Concentración y origen de los núcleos de hielo
Crecimiento de partículas en nubes
Sembrado de crecimiento de granizos
Acreción de gotas
Sembrado de nubes con núcleos artificiales p
Precipitación sólida y partículas de hielo en nubes
Fenómenos ópticos que producen las partículas de hielo en la atmósfera catrín
Reflexión de radiación por cristales de nubes
Electrificación de la precipitación sólida
Tormentas y tormentas de nieve
Sistema solar -Cometas Satélites Venus Marte

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- 1) Hobbs, Peter V. Ice physics. Oxford university press, 2010.
- 2) Petrenko, Victor F., and Robert W. Whitworth. Physics of ice. OUP Oxford, 1999.



UNC

Universidad
Nacional
de Córdoba



FAMAF

Facultad de Matemática,
Astronomía, Física y
Computación

EXP- UNC: 1736/2018

RES CD N°66/2018

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 1) Fletcher, Neville Homer. "The chemical physics of ice." The Chemical Physics of Ice, by NH Fletcher, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009 (2009).
- 2) Glen, John W. "The physics of ice." (1974).
- 3) Riehl, Nikolaus, Bernhard Bullemer, and Hermann Engelhardt. "Physics of ice." Proceedings of the International Symposium on Physics of Ice, held in Munich, Germany, September 9-14, 1968, New York: Plenum Press, 1969, edited by Riehl, Nikolaus; Bullemer, Bernhard; Engelhardt, Hermann. 1969.

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

Los alumnos tienen 2 (dos) parciales durante el cursado de la materia.

La evaluación final consiste en un examen escrito donde se tomarán conceptos teóricos y varios ejercicios prácticos.

REGULARIDAD

Condiciones de regularidad:

- 1) Asistencia al 70% de las clases prácticas y teóricas
- 2) Aprobar los 2 parciales con nota mayor o igual a 4 (cuatro)
- 3) Realizar al menos el 60% y aprobar las prácticas de laboratorio con nota mayor e igual a 4 (cuatro).

CORRELATIVIDADES

Para cursar, tener regulizadas:

Electromagnetismo I y Física General IV

Para Rendir, tener aprobadas:

Electromagnetismo I y Física General IV