

TÍTULO: Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear	
AÑO: 2018	CUATRIMESTRE: SEGUNDO
CARGA HORARIA: 60 horas	No. DE CRÉDITOS: 3
CARRERA/S: Doctorado en Física	
DOCENTE ENCARGADO: Dr. Lisandro Buljubasich Gentiletti	

PROGRAMA

- 1) Introducción
 - a) Magnetismo.
 - b) Magnetismo nuclear.
 - c) Espin nuclear.
- 2) Principio básicos de la Resonancia Magnética Nuclear
 - a) Descripción clásica de la RMN.
 - i) El sistema rotante
 - ii) La dinámica de la magnetización.
 - b) Espectroscopia de RMN y su conexión con la química.
 - c) Aplicaciones más relevantes de la RMN.
- 3) El espectrómetro de RMN
 - a) Imanes y diferentes tipos de campos magnéticos
 - b) El transmisor
 - c) El sintetizador.
 - d) La llave de r.f.
 - e) El amplificador de r.f.
 - f) El duplexor
 - g) El cabezal
 - h) El receptor
 - vii) Recepción en cuadratura
 - viii) El convertor Analógico-digital
- 4) Resumen de mecánica cuántica.
 - a) Operadores.
 - i) Conmutadores.
 - ii) Representación matricial.
 - iii) Notación de Dirac.
 - iv) Funciones de operadores.
 - v) Definiciones de conmutación cíclica.
 - b) Momento angular.
 - i) Operadores momento angular.
 - ii) Operadores rotación.
 - iii) Autovalores y autofunciones del operador momento angular.
 - iv) Representación matricial de los operadores momento angular.

- v) Momento angular de espín.
- vi) Operadores de espín.
- vii) Base Zeeman para espines.
- viii) Espines con $I=1/2$.
- ix) Espines con $I>1/2$.
- 5) Interacciones en RMN.
 - a) Hipótesis del Hamiltoniano de espín.
 - b) Interacciones electromagnéticas.
 - c) Interacciones internas y externas al sistema de espín.
 - d) Interacciones externas.
 - i) Interacciones con el campo estático.
 - ii) Campo de radiofrecuencia.
 - iii) Gradiente de campo magnético.
 - e) Interacciones internas.
 - i) Hamiltoniano de corrimiento químico.
 - ii) Hamiltoniano de acoplamiento dipolar.
 - iii) Hamiltoniano de acoplamiento indirecto ("J").
- 6) El operador densidad de espín.
 - a) Poblaciones y coherencias.
 - b) Órdenes de coherencia.
 - c) Equilibrio térmico en presencia de un campo magnético estático.
 - d) El operador densidad en el sistema rotante.
 - e) Operadores producto.
- 7) Descripción cuántica de la RMN
- 8) Elementos de una secuencia de pulsos.
 - a) Pulsos de radiofrecuencia.
 - i) Pulsos de banda ancha.
 - ii) Pulsos selectivos.
 - iii) Pulsos con diferentes perfiles.
 - iv) Trabajo práctico con Matlab.
 - b) Evoluciones libres.
 - i) Evoluciones libres en presencia de campos magnéticos inhomogéneos.
 - ii) Evoluciones con Hamiltonianos lineales en operadores de espín.
 - iii) Evoluciones con Hamiltonianos bilineales en operadores de espín.
 - iv) Trabajo práctico con Matlab.
 - c) Adquisición de señales.
 - i) Ancho espectral.
 - ii) Aliasing.
- 9) Teoría de Relajación en RMN
 - a) Enfoque clásico de la relajación.
 - b) Enfoque semiclásico. Densidades espectrales y dependencia con la temperatura.
 - c) Enfoque cuántico de la relajación. Teoría de Redfield
 - d) Medición de tiempos de relajación
- 10) Imágenes por RMN
 - a) Gradientes de campo magnético
 - b) Principios básicos de la codificación espacial.

- c) La codificación de fases
 - d) La codificación de lectura
 - e) Secuencias básicas utilizadas en imágenes
- 11) Prácticos de laboratorio

BIBLIOGRAFÍA

- Spin Dynamics. Basics of Nuclear Magnetic Resonance. M. H. Levitt. John Wiley and Sons, 2008.
- Quantum Description of High-Resolution NMR in Liquids. M. Goldman. Oxford University press, 1988.
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance in One and Two Dimensions, Oxford, 1994.
- Principles of Nuclear Magnetic Resonance Microscopy. P. Callaghan. Clarendon Press, Oxford, 1991.
- NMR: Tomography, Diffusometry, Relaxometry, R. Kimmich, Springer Verlag, New York, 1997.
- Translational Dynamics & Magnetic Resonance. P. Callaghan. Oxford, 2011.
- Single Sided NMR. F. Casanova, J. Perlo, B. Blümich. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- Computer Simulations in Solid State NMR I, Spin Dynamics theory. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 17, 117-154 (2003).
- Computer Simulations in Solid State NMR II, Implementations for Static and Rotating Samples. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 18, 1-23 (2003).
- Computer Simulations in Solid State NMR III, Powder Averaging. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 18, 24-55 (2003).
- Zeeman Truncation in NMR I. The Role of Operator Commutation. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 43, 91-108 (2015).
- Zeeman Truncation in NMR II. Time Averaging in the Rotating Frame. M. Edén, Concepts on Magnetic Resonance vol 43, 109-126 (2015).

MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN



Se realizará una evaluación escrita con una duración aproximada de cuatro horas con opción de modalidad oral.