



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
<b>ASIGNATURA:</b> Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear.	<b>AÑO:</b> 2019
<b>CARACTER:</b> Especialidad	<b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 4° año 2° cuatrimestre
<b>CARRERA:</b> Licenciatura en Física	
<b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Materia fundamental para comenzar a adentrarse en la Resonancia Magnética Nuclear. En éste curso se proveen las herramientas básicas para una comprensión de la RMN tanto desde el punto de vista de la física clásica como de la mecánica cuántica.

#### CONTENIDO

##### Introducción

- a) Magnetismo.
- b) Magnetismo nuclear.
- c) Espín nuclear.

##### Principio básicos de la Resonancia Magnética Nuclear

- a) Descripción clásica de la RMN.
  - i) El sistema rotante.
  - ii) La dinámica de la magnetización.
- b) Espectroscopía de RMN y su conexión con la química.
- c) Aplicaciones más relevantes de la RMN.

##### 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 conversor Analógico-digital

##### Resumen de mecánica cuántica.

- a) Operadores, conmutadores, representación matricial.
- 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.

##### Interacciones en RMN

- a) Hipótesis del Hamiltoniano de espín.
- b) Interacciones electromagnéticas.
- c) Interacciones internas y externas al sistema de espín



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

### 6) El operador densidad de espín

- Poblaciones y coherencias.
- Órdenes de coherencia.
- Equilibrio térmico en presencia de un campo magnético estático.
- El operador densidad en el sistema rotante.
- Operadores producto.

### Descripción cuántica de la RMN

Breve repaso de los conceptos necesarios.

### Elementos de una secuencia de pulsos

- Pulsos de radiofrecuencia.
- Evoluciones libres.
- Adquisición de señales

### Teoría de Relajación en RMN

- Enfoque clásico de la relajación.
- Enfoque semiclásico. Densidades espectrales y dependencia con la temperatura.
- Enfoque cuántico de la relajación. Teoría de Redfield.
- Medición de tiempos de relajación.

### Imágenes por RMN

- Gradientes de campo magnético.
- Principios básicos de la codificación espacial.
- La codificación de fases.
- La codificación de lectura.
- Secuencias básicas utilizadas en imágenes.

### Prácticos de laboratorio

Experimentos y procesamiento de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- 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.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 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



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAMAF**  
Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP - UNC 40875/2019

RES CD 217/2019

Magnetic Resonance vol 43, 109-126 (2015).

### EVALUACIÓN

#### FORMAS DE EVALUACIÓN

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

#### REGULARIDAD

Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

### CORRELATIVIDADES

Para Cursar: (regularizadas)

Física General IV, Electromagnetismo I, Métodos Matemáticos de la Física II

Para Rendir: (aprobadas)

Física General IV y Métodos Matemáticos de la Física II