

EXP-UNC: 0061383/2018

<b>TÍTULO:</b> Métodos de hiperpolarización y preservación de señales de resonancia magnética nuclear		
<b>AÑO:</b> 2019	<b>CUATRIMESTRE:</b> primero	<b>N° DE CRÉDITOS:</b> 3
<b>CARGA HORARIA:</b> 60 horas.		
<b>CARRERA/S:</b> Doctorado en Física		

**FUNDAMENTOS**

La resonancia magnética nuclear es una técnica experimental versátil, no invasiva y no destructiva con aplicaciones en el área de la medicina, la física, la química, ciencia de los materiales entre otros. Sin embargo, la técnica sufre dos grandes desventajas: baja sensibilidad al momento de la detección y tiempos de relajación cortos que no permiten observar procesos lentos. En las últimas dos décadas se ha avanzado mucho en el desarrollo de numerosas y variadas técnicas de hiperpolarización de la señal de resonancia magnética, algunas de las cuales ya están más que instaladas como una herramienta frecuente de la técnica. Por otro lado, también ha avanzado mucho el campo de la resonancia magnética del estado singlete que proporciona los medios por los cuales es posible extender los tiempos de relajación. Todas estas técnicas son novedosas en el área y su estudio en conjunto proporcionan las herramientas para el desarrollo de la resonancia magnética actual.

**OBJETIVOS**

El objetivo del curso es introducir a los alumnos, con conocimientos previos de resonancia magnética nuclear, en herramientas más novedosas y actuales de la técnica. Se desarrollarán técnicas de hiperpolarización tales como: polarización nuclear dinámica; polarización inducida por parahidrógeno y polarización inducida por luz. Se estudiarán, además, diferentes métodos de prolongar la señal de RMN. Finalmente, se avanzará en cómo los conceptos de hiperpolarización de la señal y prolongación de los tiempos de relajación pueden ser combinados generando nuevos campos de aplicación de la técnica de resonancia magnética nuclear

**PROGRAMA****Unidad 1: Hiperpolarización de la señal de Resonancia Magnética Nuclear.**

Introducción y motivación

**Unidad 2: Polarización Nuclear Dinámica, DNP**

- a. Efecto Sólido
- b. Efecto Cruzado.
- c. Efecto Overhauser.
- d. Utilización de la señal hiperpolarizada para espectros de alta resolución.
- e. Aplicaciones.

**Unidad 3: Polarización Inducida por Rotor Cuántico, QRIP.**

- a. Aspectos Teóricos.
- b. Aspectos Experimentales

Handwritten notes and signatures:

- df
- pc
- ls

EXP-UNC: 0061383/2018

**Unidad 4: Polarización Inducida por parahidrógeno, PHIP.**

- Introducción. Molécula de Hidrógeno, isómeros de espín.
- Descripción estadística de la molécula de Hidrógeno.
- Preparación de parahidrógeno enriquecido.
- Generación en procesos con catalización heterogénea.
- Generación en procesos con catalización homogénea.
- Técnica de amplificación de la señal por intercambio reversible, SABRE.
- Dependencia de la técnica PHIP con el campo magnético.
- Aplicaciones.

**Unidad 5: Polarización inducida por luz.**

- Bombeo óptico de RMN, OP.
  - Bombeo óptico de gases nobles
  - Bombeo óptico de semiconductores
- Polarización Nuclear Óptica, ONP. Centros NV- en cristales de diamantes.
- Polarización nuclear dinámica inducida químicamente, CIDNP.

**Unidad 6: Transformada Inversa de Laplace aplicada a la RMN.**

- Transformada inversa de Laplace en 1d
- Transformada inversa de Laplace multidimensional
- Transformada inversa de Laplace con señal hiperpolarizada

**Unidad 7: Estados de Vida Media Larga, LLS.**

- Estados singletes nucleares y orden singlete. Propiedades de relajación del orden singlete. Orden singlete y equivalencia magnética.
- Metodologías para manipular el orden singlete en sistemas de dos espines  $\frac{1}{2}$ . Ciclos de campos magnéticos. Secuencias de pulsos de rf.
- Técnicas para el filtrado del orden singlete.
- Orden singlete en señales hiperpolarizadas.

**PRÁCTICAS**

Se va a desarrollar un trabajo práctico en el laboratorio del Lanais.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Hyperpolarization Methods in NMR Spectroscopy. Topics in Current Chemistry, Volume 388. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2012).
- Hyperpolarized magnetic resonance in chemistry. Magnetic Resonance in Chemistry 56, 565–565 (2018). Special Issue.
- Morozova, O. B., Yurkovskaya, A. V., Vieth, H.-M., Sosnovsky, D. V. & Ivanov, K. L. Light-induced spin hyperpolarisation in condensed phase. Molecular Physics 115, 2907–2943 (2017).
- Acosta, R. H., Blümler, P., Münnemann, K. & Spiess, H.-W. Mixture and dissolution of laser polarized noble gases: Spectroscopic and imaging applications. Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy 66, 40–69 (2012).
- Lilly Thankamony, A. S., Wittmann, J. J., Kaushik, M. & Corzilius, B. Dynamic nuclear polarization for sensitivity enhancement in modern solid-state NMR. Progress in Nuclear

df  
pc  
ls



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Facultad de Matemática,  
Astronomía, Física y  
Computación

EXP-UNC: 0061383/2018

Magnetic Resonance Spectroscopy 102–103, 120–195 (2017).

- Levitt, M. H. Singlet Nuclear Magnetic Resonance. Annu. Rev. Phys. Chem. 63, 89–105 (2012).
- Pileio, G. Singlet NMR methodology in two-spin-1/2 systems. Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy 98–99, 1–19 (2017).

#### MODALIDAD DE EVALUACIÓN

##### CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD

Asistencia al 70% de clases teóricas. Desarrollo y presentación de problemas asignados.

##### FORMA DE EVALUACIÓN

Se deberá rendir un examen final oral. El mismo consistirá en un coloquio en el que se evalúen los temas abordados en la materia, más la exposición de un trabajo de investigación publicado con el que se profundice en la aplicación de alguna de las técnicas de hiperpolarización estudiadas.

#### REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Mecánica Cuántica II; Resonancia Magnética Nuclear

Handwritten marks and signatures on the left side of the page, including a large checkmark-like symbol and the initials 'JF', 'PC', and a signature.