



1821 Universidad de Buenos Aires

Resolución Consejo Directivo

Número: RESCD-2026-977-E-UBA-DCT#FCEN

CIUDAD DE BUENOS AIRES
Miércoles 10 de Junio de 2026

Referencia: EX-2025-05965475- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión
01/06/2026

VISTO

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Física, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Sistemas Cuánticos Disipativos** para el año 2026,

CONSIDERANDO

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 01 de junio de 2026,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

R E S U E L V E

ARTÍCULO 1°: Aprobar el nuevo curso de posgrado **Sistemas Cuánticos Disipativos** de 128 horas y 16 semanas de duración, que será dictado por el Dr. Fernando C. Lombardo.

ARTÍCULO 2°: Aprobar el programa del curso de posgrado **Sistemas Cuánticos Disipativos** que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado durante 2026.

ARTÍCULO 3°: Aprobar un puntaje máximo de cinco (5) puntos para la Carrera de Doctorado.

ARTÍCULO 4°: Establecer un arancel de **CATEGORÍA NULA**.

ARTÍCULO 5°: Disponer que, de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

ARTÍCULO 6°: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase a FÍSICA#FCEN y resérvese.

ANEXO

Sistemas Cuánticos Disipativos

PROGRAMA

La presente propuesta está relacionada con la creación de una materia pos-grado en el ámbito del Departamento de Física de la FCEyN - UBA llamada Sistemas cuánticos disipativos (que también se dictara con el nombre Sistemas cuánticos abiertos como materia optativa de grado para la Carrera de Física). Esta materia abarca temas de mucho interés en diversas ramas de la Física, y puede ser dictada a un nivel que permita acercar a los estudiantes al estado actual de investigación en este campo, introduciendo, a la vez, conceptos básicos que no están incluidos en las materias obligatorias.

Todos los sistemas cuánticos del mundo real interactúan en mayor o menor medida con su entorno circundante. Sin importar cuán débil sea el acoplamiento que impide que el sistema esté aislado, la evolución de un sistema cuántico abierto eventualmente se ve afectada por características no unitarias, como la decoherencia y la disipación. La decoherencia es un efecto cuántico por el cual el sistema pierde su capacidad para exhibir comportamiento coherente. En la actualidad, la decoherencia se presenta como un obstáculo serio en el procesamiento de información cuántica. A medida que la manipulación de la coherencia cuántica en experimentos ha progresado, ha crecido la necesidad de comprender, controlar y utilizar de manera más efectiva la dinámica disipativa no equilibrada de los sistemas cuánticos. Esto abarca desde preguntas fundamentales asociadas con la transición cuántica a clásica y la termodinámica cuántica hasta innovaciones en óptica cuántica y electrodinámica cuántica en cavidades o circuitos. Los estudios actuales de dinámicas de muchos cuerpos, átomos ultracold en redes ópticas, iones atrapados, sistemas superconductores, sistemas nano-electromecánicos y campos cuánticos bajo la influencia de condiciones externas ofrecen nuevos desafíos para abordar preguntas profundas en sistemas cuánticos abiertos lejos del equilibrio. En el ámbito teórico, los métodos basados en trayectorias cuánticas podrían ser clave tanto para el diseño de nano dispositivos cuánticos.

Sistemas cuánticos disipativos será una materia de ocho horas semanales, dividida en dos días por semana, donde habrá dos horas dedicadas a las clases teóricas, y otras dos horas de problemas y consultas cada día. El sistema de evaluación consistirá de una entrega de problemas, correspondientes a una guía de ejercicios seleccionados a tal fin. Luego, habrá un examen final.

A continuación, desarrollaré el programa de la materia. El curso está diagramado para dictarse a lo largo de las 16 semanas de un cuatrimestre típico en la FCEyN.

Programa:

Correlatividades: Física Teórica 1 y Física Teórica 2

- Introducción
 - Modelos de sistema-entorno
 - Procesos estocásticos
 - Probabilidad cuántica
- Matriz densidad
 - Ecuaciones maestras
 - Matriz densidad reducida
 - Cálculos exactos y perturbativos
- Ecuaciones de Lindblad
 - Procesos Markovianos
 - Ejemplos
- El oscilador armónico amortiguado y el movimiento Browniano cuántico
 - Caldeira-Legget
 - Ecuaciones exactas Hu-Paz-Zhang
- Decoherencia
 - La función de decoherencia
 - Modelos exactos
 - Teoría Markoviana y decoherencia
 - Modelos no-Markovianos
- Sistemas de dos niveles
 - Modelo de Espín-Bosón
 - Ecuaciones maestras para un qubit
 - Ecuación maestra de la óptica cuántica
 - Decoherencia
- Qubits superconductores
 - Qué es un qubit?
 - Hamiltoniano de un qubit
 - Representación de interacción

- Decoherencia y dephasing
- Relajación

- Qubits de carga
- Qubit transmon
- Qubit de flujo
- Interacción qubit-qubit
- Coherencia en el qubit

- Interacción Qubit-fotón

- Modelos de interacción qubit-línea

- Interacción dipolar
- Hamiltoniano spin-bosón
- Aproximación de onda rotante

- QED en guía de ondas
- QED en cavidades

- Modelos de Rabi y Jaynes-Cummings

- Acoplamiento al mundo exterior

- Cableado de sistemas cuánticos con líneas de transmisión
- Teoría input-output
- Relajación y dephasing del qubit
- Disipación en el régimen dispersivo
- Decoherencia

- Formalismo de integrales de camino – Opcional Doctorado/presentaciones

- Acción de Influencia y formalismo de Feynman y Vernon
- Acción efectiva y ecuaciones de Langevin

- Decoherencia en teoría cuántica de campos – Opcional Doctorado/presentaciones

- Formalismo de Feynman-Vernon en QFT
- Teoría $\lambda\phi^4$; Sistema y entorno
- Ecuaciones maestras y funcional de decoherencia
- Ejemplos (Inflación estocástica; transiciones de fase)

BIBLIOGRAFIA

- The Theory of Open Quantum Systems; H. Breuer & F. Petruccione; Oxford University Press (2003).
- Quantum Dissipative Systems; Ulrich Weiss; World Scientific (1993).
- Environment - induced decoherence and the transition from quantum to classical; Juan Pablo Paz and Wojciech H. Zurek, arXiv:quant-ph/0010011 (2000).
- Tesis Doctoral Transición Cuántico - Clásica en Teoría de Campos FC Lombardo; arXivpreprint gr-qc/9812038, Universidad de Buenos Aires (1998).
- Quantum systems under the influence of external conditions: fluctuations and decoherence PI Villar; arXiv preprint arXiv:0804.1969 (2008).
- Circuit Quantum Electrodynamics; Alexandre Blais, Arne L. Grimsmo, S.? M. Girvin & Andreas Wallraff Rev. Mod. Phys. 93, 025005 (2021).
- Circuit QED: Superconducting Qubits Coupled to Microwave Photons, Steven M. Girvin; Oxford University Press (2014).
- Clerk et al., Introduction to quantum noise, measurement and amplification, Rev. Mod. Phys (2008). (The full version with pedagogical appendices is most conveniently available at <http://arxiv.org/abs/arX>
- Atomic physics and quantum optics using superconducting circuits; J. Q. You & F. Nori, Nature 474, 589-597 (2011).
- Superconducting quantum bits; J. Clarke & F. Wilhelm, Nature 453, 1031 (2008).
- Coarse graining and decoherence in quantum field theory; F Lombardo, FD Mazzitelli, Physical Review D 53 (4), 2001 (1996).
- Decoherence during inflation: The generation of classical inhomogeneities, FC Lombardo, DL Nacir, Physical Review D 72 (6), 063506 125 2005 (2005); Decoherence, tunneling, and noise-induced activation in a double-potential well at high and zero temperature; ND Antunes, FC Lombardo, D Monteoliva, PI Villar, Physical Review E 73 (6), 066105 (2006); Decoherence in field theory: general couplings and slow quenches, FC Lombardo, FD Mazzitelli, RJ Rivers, Nuclear Physics B 672 (3), 462-486 (2003)

Digitally signed by MARTI Marcelo Adrian
Date: 2026.06.09 17:03:52 ART
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Marcelo Marti
Secretario
Secretaría de Posgrado
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Digitally signed by DURAN Guillermo Alfredo
Date: 2026.06.10 14:35:43 ART
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Guillermo Alfredo Duran
Decano
Decanato
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales