



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE
MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS



Programa de actividad académica

Nombre de la asignatura: **Espectroscopía Coherente Multidimensional para Sistemas Cuánticos Abiertos**

Clave: Semestre: Campo de conocimiento: Física No. Créditos: 6

Carácter: Optativa de elección	Horas por semana		Total horas/ semana	Total horas/ semestre
	Teoría:	Práctica:		
Tipo: Curso	3	0	3	48
Modalidad: Presencial	Duración del programa: 16 semanas			

Actividad académica con seriación antecedente: No aplica

Objetivo general: Aprender a construir, describir y simular protocolos de espectroscopía no lineales multidimensionales para caracterizar la dinámica y niveles electrónicos en átomos, moléculas y materiales.

Objetivos específicos: El objetivo de este curso es formar a estudiantes en los fundamentos teóricos y computacionales de la espectroscopía no lineal multidimensional, con énfasis en su aplicación al estudio de sistemas cuánticos abiertos y procesos luz-materia en contextos variados como física atómica, química física y materia condensada. A lo largo del curso, los estudiantes aprenderán formalismo de función de respuesta y su aplicación para la elaboración de espectroscopías lineales y no lineales para caracterizar la dinámica de estados excitados. El curso abordará los diagramas de doble lado de Feynman (también llamados diagramas de Mukamel) para descomponer las contribuciones de una señal, y los métodos teóricos para poder derivar la función de línea y aprender sus implicaciones sobre las fluctuaciones del medio ambiente. Se abordarán ejemplos desde revisar la absorción y emisión de un sistema hasta técnicas avanzadas pulsada como espectroscopía bidimensional electrónica y métodos con pulsos de attosegundo.

Índice temático

Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Revisión de interacción luz-materia en sistemas Hamiltonianos <ul style="list-style-type: none"> • Repaso de dinámica Hamiltoniana <ul style="list-style-type: none"> ○ Representación de Schrodinger, Heisenberg e interacción ○ Interacción luz-materia en marco de referencia rotante ○ Pulsos cortos y fuentes CW • Ejemplos de procesos disipativos y fluctuaciones 	3	
2	Dinámica de sistemas cuánticos abiertos <ul style="list-style-type: none"> • La matrix de densidad • La ecuación de Liouville • Ecuación de Lindblad, operadores de Krauss y semigrupos dinámicos. Descomposición espectral y comparación con dinámica Hamiltoniana. • Ecuaciones maestras con ruido. • Ejemplos (sistemas fotosintéticos) 	9	
3	Formalismo <ul style="list-style-type: none"> • Derivación del formalismo de función de respuesta • Límites impulsivos y estacionarios • Diagramas de Mukamel • Métodos de selección de señales mediante phase matching, phase cycling y amplitude modulation. • Fuentes de decoherencia • Densidades espectrales y expansión cumulante 	12	

4	Espectroscopías importantes <ul style="list-style-type: none"> • Espectroscopías continuas y función de línea (UV-vis, fluorescencia) • Espectroscopía bidimensional electrónica resuelta en el tiempo, absorbancia transitoria • Action-detected spectroscopies • Artefactos incoherentes • FWM con ondas estacionarias • Espectroscopía de attosegundo • Descripción de los equipos experimentales 	12	
5	Aplicación a sistemas <ul style="list-style-type: none"> • Agregados moleculares y fotosíntesis • Puntos y pozos cuánticos • Estados de Floquet • Fotoelectrones 	9	
6	Conclusión <ul style="list-style-type: none"> • Recapitulación de los conceptos fundamentales del curso, las técnicas utilizadas en sistemas cuánticos abiertos, sus límites de aplicabilidad y la investigación de frontera en esta área. 	3	
Total de horas teóricas:		48	
Total de horas prácticas:			
Suma total de horas:		48	

Bibliografía básica actualizada:	
Charge and energy transfer dynamics in molecular systems. Kuhn and May Molecular excitation dynamics and relaxation: quantum theory and spectroscopy. Abramivicius, Valkunas and Mancal Principles of nonlinear optical spectroscopy. Shaul Mukamel Multidimensional Coherent Spectroscopy. Minhaeng Cho	
Bibliografía complementaria:	
Open quantum systems. Breuer and Petruccione Lectures on the theory of open quantum systems. Lidar (arXiv) Notes on quantum optics. Daniel Steck	
Sugerencias didácticas:	Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos:
Exposición oral ()	Exámenes parciales (x)
Exposición audiovisual ()	Examen final escrito (x)
Ejercicios dentro de clase (x)	Trabajos y tareas fuera del aula (x)
Ejercicios fuera del aula (x)	Exposición de seminarios por los alumnos ()
Seminarios (x)	Participación en clase ()
Lecturas obligatorias (x)	Asistencia ()
Trabajo de investigación ()	Seminario ()
Prácticas de taller o laboratorio ()	Otras: ()
Prácticas de campo ()	
Otras: ()	