

Curso de posgrado: **Dinámica de Sistemas Planetarios.**

Docente responsable: Tabare Gallardo

Objetivos:

El objetivo central de esta unidad curricular es proporcionar al estudiante las herramientas analíticas y numéricas avanzadas necesarias para modelar la evolución a largo plazo de sistemas planetarios y de cuerpos menores con orbitas complejas. Esta pensado como continuación del curso de posgrado *Mecánica Celeste*. Para comenzar se busca dominar el formalismo Hamiltoniano aplicado a la dinámica orbital, utilizando variables canónicas para describir las interacciones gravitatorias. También estudiar y aplicar integradores simplécticos con la técnica de separación de operadores. Desde el formalismo Hamiltoniano se busca analizar la dinámica secular y la dinámica resonante en varios contextos. Finalmente, explorar aplicaciones modernas como las Variaciones de Tiempo de Tránsito (TTV), fundamentales para la caracterización de exoplanetas.

Contenidos (y duración en semanas entre paréntesis):

1) Formalismo Hamiltoniano del movimiento orbital. (2 semanas)

Elementos orbitales canónicos.

Elementos orbitales para exoplanetas.

Expansiones multipolo de un potencial.

2) Integradores simplecticos. (2 semanas)

Integradores en dinámica orbital.

Integradores simplecticos.

Separación de operadores.

3) Teoría de tres cuerpos. (3 semanas)

Dinámica co-orbital.

Caso tres cuerpos jerárquico.

El problema de Hill.

Estabilidad de sistemas de 2 planetas.

4) Formalismo para N cuerpos. (2 semanas)

Sistemas de referencia y coordenadas.

Estabilidad de sistemas planetarios.

5) Dinámica Secular. (3 semanas)

Introducción.

Ecuaciones de Milankovich.

Oscilaciones ZLK.

Dinámica secular de altas excentricidades e inclinaciones.

6) Teoría de resonancias. (3 semanas)

Caso péndulo.

Resonancias en sistemas Hamiltonianos.

Modelo Gallardo, Beauge y Giuppone 2021.

Criterio de superposición de resonancias.

Captura en resonancia

Variaciones de tiempo de transito.

Resonancias seculares.

Bibliografía fundamental:

- *Dynamics of Planetary Systems*, Scott Tremaine, Princeton University Press, 2023.

Bibliografía de consulta:

- *Celestial Dynamics*, Dvorak and Lhotka, WILEY-VCH, 2013.
- *Dynamical Chaos in Planetary Systems*, Shevchenko, Springer, 2020.
- *Dynamics of Small Solar System Bodies and Exoplanets*, Souchay and Dvorak, Springer, 2010.
- *Extrasolar Planets*, Dvorak, WILEY-VCH, 2007.
- *Gravitational Few-Body Dynamics*, Mikkola, Cambridge, 2020.

Conocimientos previos: es conveniente haber cursado *Mecánica Celeste* (posgrado PEDECIBA-Física) y cursos de grado de *Mecánica Analítica* y *Dinámica Orbital*.

Modalidad para segundo semestre 2026: lecturas dirigidas con encuentros semanales de discusión.

Evaluación: seminarios periódicos sobre temas específicos, entrega de tareas/problemas (básicamente los de Tremaine) resueltos. Examen: trabajo monográfico sobre tema a convenir, defensa en un seminario y examen globalizador oral.

Perfil de estudiante:

Dado que el curso utiliza como base el texto de Tremaine (2023) e incorpora investigaciones recientes sobre altas inclinaciones y excentricidades se requiere una buena base de Mecánica Celeste, siendo el objetivo final que el estudiante sea capaz de realizar investigación autónoma en dinámica planetaria, integrando la teoría clásica con los desafíos que presentan los sistemas extrasolares y las poblaciones de alta excentricidad e inclinación.

Dedicación: el libro en que se basa este curso (Tremaine 2023) tiene una descripción que dice “para estudiantes de pregrado avanzados, estudiantes de posgrado e investigadores que se inician en el campo”. Está pensado para una duración de 15 semanas, con unas 12 horas semanales de dedicación entre estudio, reuniones y resolución de problemas.