

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Mecánica Celeste I	AÑO: 2025
CARACTER: Obligatoria	UBICACIÓN EN LA CARRERA: 4° año 2° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Astronomía	
REGIMEN: Cuatrimestral	CARGA HORARIA: 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

Fundamentación: El estudiante debe comprender la importancia de los problemas de 2 y 3 cuerpos como primera aproximación a sistemas más complejos, así como los efectos que sobre ellos causan fuerzas externas, tales como interacción tidal y migración planetaria. Será fundamental poder aplicar la teoría de perturbaciones, permitiendo deducir variaciones en las integrales de movimientos, y comprender su rol en la aparición de dinámica caótica. El estudiante debe ser capaz de manejar el formalismo Hamiltoniano y poder aplicar el proceso de media a diversos sistemas dinámicos.

Estos conocimientos le deberán permitir describir cómo la estructura del espacio de fase de sistemas oscilatorios ayuda a entender la estructura resonante y la estabilidad de sistemas planetarios. Finalmente gran parte de las herramientas matemáticas y conceptos provistos pueden ser aplicados a otro tipo de sistemas dinámicos no necesariamente relacionados con sistemas planetarios.

Objetivos: Al finalizar la materia los estudiantes estarán en condiciones de comprender la estructura dinámica, origen, evolución y estabilidad del Sistema Solar, así como de otros sistemas planetarios.

CONTENIDO

Unidad I: Estructuras Dinámicas en Sistemas Planetarios

Breve historia de la Mecánica Celeste y el problema de N-cuerpos en la astronomía. La dicotomía entre origen y evolución. Estructuras dinámicas en el sistema Solar. Estructuras en otros sistemas planetarios. Formación in-situ versus migración planetaria.

Unidad II: El Problema de Dos Cuerpos

Ecuaciones de Movimiento. Posición y Velocidad Orbital. La anomalía excéntrica y verdadera. Órbitas baricéntricas. La órbita en el espacio. Aplicaciones: órbitas de transferencia de Hohmann, rendezvous, satélites Molniya y geoestacionarios. Detección de planetas extrasolares.

Unidad III: El Problema Restringido de Tres Cuerpos

Definición. Ecuaciones de movimiento. Integral de Jacobi. Curvas de velocidad cero. Los puntos Lagrangeanos: localización y estabilidad. Movimiento alrededor de L4 y L5. Criterio de Tisserand. Swing-by. Aplicaciones: Viaje a la Luna, satélites irregulares de los planetas Jovianos, órbitas Halo, lóbulo de Roche y los anillos de Saturno, asteroides Troyanos.

Unidad IV: El Problema de Dos Cuerpos Perturbado

El concepto de perturbación. Pequeñas perturbaciones. Método de variación de las constantes. Ecuaciones planetarias de Gauss y de Euler-Lagrange. Aplicaciones: Efectos post-Newtonianos, achatamiento rotacional, fricción aerodinámica, migración planetaria, interacciones tidales.

Unidad V: Teoría de Perturbaciones Hamiltonianas

Repaso de dinámica Hamiltoniana. Reducción de Routh. El Hamiltoniano del problema de tres cuerpos. Método de Hori. Elementos propios y frecuencias fundamentales. Teorema KAM.

Unidad VI: Dinámica Secular

EX-2025-00605471- -UNC-ME#FAMAF

Aplicación de Von-Zeipel al problema restringido de tres cuerpos. Sistemas de ecuaciones seculares. Solución de Lagrange-Laplace. Elementos propios. Aplicación: familias de asteroides. Resonancias seculares.

Unidad VII: Dinámica Resonante

El fenómeno de resonancia. Pequeños divisores y convergencia asintótica de las series perturbativas. Teorema de Poincaré-Birkhoff. Modelo del péndulo. Nociones básicas de caos. Mapas y Superficies de Sección. Mapa de Smale. Características del Movimiento Caótico. Caos Local y Global. Teorema de Poincaré. Aplicaciones: las lagunas de Kirkwood, los satélites Galileanos, planetas internos del Sistema Solar, sistemas planetarios extrasolares.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Murray, C.D. y Dermott, S.F. (2000). "Solar System Dynamics", Cambridge University Press.
- Boccaletti, D. y Pucacco, G. (2004). "Theory of Orbits", Springer-Verlag.
- Tremaine, S. (2022). "Dynamics of Planetary Systems", Princeton Series in Astronomy.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Ferraz-Mello, S. (2006). "Canonical Theories of Perturbation, Degenerate Systems and Resonance", Springer.
- Lichtenberg, A.J. y Lieberman, M.A. (1983). "Regular and Stochastic Motion", Springer Verlag.
- Morbidelli, A. (2002). "Modern Celestial Mechanics; Aspects of Solar System Dynamics", Cambridge University Press.

- Artículos varios

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN

- Dos (2) evaluaciones parciales.
- Entrega de un (1) trabajo práctico especial (monografía).

La evaluación final será oral para alumnos regulares y oral y escrita para alumnos libres.

REGULARIDAD

- Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.
- Aprobar al menos dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
- Aprobar el trabajo práctico (monografía).

PROMOCIÓN

La materia no considera régimen de promoción.