

## **Materia Básica de Maestría "MECÁNICA CELESTE"**

Carga horaria: El curso consistirá de 4 horas semanales de clases teóricas y 2 horas de trabajos prácticos.

Forma de aprobación: La evaluación de los conocimientos prácticos podrá ser continua a lo largo del curso mediante la resolución de problemas indicados o por la vía de un examen final escrito. Se realizará un examen oral para la evaluación de los conocimientos teóricos.

El contenido del curso consta de dos partes: El primer conjunto de temas obligatorios que deberán insumir no menos del 80% del tiempo del curso. Una segunda parte de contenido opcional a elección del docente.

Programa del curso:

### **CONTENIDO PRIMERA PARTE (OBLIGATORIA)**

#### **0. EXTENSIÓN DEL PROBLEMA DE DOS CUERPOS**

Funciones  $f$  y  $g$ . Expansiones en serie para el movimiento elíptico. Funciones de Bessel. Orbitas perturbadas. Formulación de Gauss para las ecuaciones planetarias. Formulación Hamiltoniana. Variables de Delaunay y Poincaré.

#### **1. TEORÍA DE PERTURBACIONES**

Función perturbadora. Método de variación de parámetros. Ecuaciones planetarias de Lagrange. Función perturbadora para el caso de 3 cuerpos masivos e identificación de términos periódicos, seculares y resonantes. Función perturbadora para achatamiento. Perturbaciones seculares. Método de media de Gauss. Teoría secular para el Sistema Solar. Elementos libres o propios y forzados.

#### **2. SISTEMAS HAMILTONIANOS**

Introducción y definición de conceptos básicos. Espacio de fase extendido. Teorema de Liouville. Constantes de movimiento e integrabilidad. Movimiento regular periódico y cuasiperiódico. Estabilidad y caos. Enunciado de teoremas KAM y Poincare-Birkhoff. Forma canónica de las ecuaciones de Lagrange. Ecuaciones de Delaunay. Teoría de Hori y métodos de media. Ejemplo: el problema asteroidal.

#### **3. RESONANCIAS**

Resonancias de movimientos medios tipo excentricidad e inclinación. Mapas algebraicos. Resonancias seculares en el Sistema Solar. Resonancia de Kozai. Resonancia spin-órbita. Overlap de resonancias.

## **CONTENIDOS OPCIONALES PARA LA SEGUNDA PARTE (SE ESCOGE UNO)**

### **4. METODOS NUMERICOS**

Introducción: Encke y Cowell. Integradores para problemas de pocos cuerpos: RA15, SWIFT, Mercury, EVORB. Integración con filtros digitales. Teorías sintéticas: análisis espectral de integraciones numéricas.

### **4. ANILLOS PLANETARIOS**

Sistemas de anillos. Resonancias en anillos. Ondas de densidad y ondas de pliegue. Perturbaciones de satélites. Pastores. Evolución de anillos.

### **4. MAREAS**

Abultamiento de marea. Desarrollo de potencial gravitacional. Deformación de mareas. Momentos generados por mareas. Mareas en satélites. Evolución por mareas.

### **4. MIGRACION PLANETARIA**

Discos protoplanetarios, perfil de densidad. Migración en discos gaseosos. Interacción planeta-disco. Aproximación impulsiva. Resonancias de Lindblad y torques resonantes. Torques coorbitales. Captura en resonancia y evolución resonante. Migración en discos deplanetesimales. Modelo de Niza. Scattering de planetas. Simulaciones con FARGO.

### Bibliografía:

- Solar System Dynamics. C. D. Murray y S. F. Dermott, Cambridge University Press 1999.
- Modern Celestial Mechanics, Morbidelli 2002, Taylor & Francis ed.
- Methods of Celestial Mechanics, Gerhard Beutler, Springer 2005.
- Astrophysics of Planet Formation, Armitage, Cambridge 2010.
- Canonical Theories of Perturbation, Degenerate Systems and Resonance, S. Ferraz Mello 2006, Springer.
- Chaos and Nonlinear Dynamics, R. C. Hilborn 1994, Oxford University Press.
- Selección de artículos de revistas CMDA, Astron. Journal e Icarus entre otras.