



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA  
**MECÁNICA CELESTE I**

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA

CARGA HORARIA SEMANAL: 4 HORAS DE TEORÍA Y 4 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL

PROFESOR A CARGO: ROSA BEATRIZ ORELLANA

**OBJETIVOS**

**OBJETIVO GENERAL:**

- El objetivo de la materia Mecánica Celeste I es:
  - Explicar la dinámica de los cuerpos que forman el Sistema Solar.
  - Desarrollar en el alumno la capacidad para comprender el problema que tiene y encontrar las herramientas físicas y matemáticas necesarias para darle solución al mismo.
  - Aplicar los resultados obtenidos a problemas de interés dinámico, astrofísico, cosmológico, etc.

**OBJETIVO ESPECÍFICO:**

- Estudio del movimiento de dos cuerpos del sistema solar debido a la interacción gravitacional newtoniana entre ellos.
- Aplicación del problema de los dos cuerpos a las misiones espaciales (satélites artificiales y sondas espaciales).
- Estudio del problema de tres y n cuerpos del sistema solar debido a la interacción gravitacional newtoniana entre ellos.
- Estudio del problema de tres cuerpos restringido con el fin de explicar la dinámica de los mismos (dos masas finitas y una masa que no afecta gravitacionalmente a las otras dos).
- Aplicación de los resultados del problema restringido en la Astrofísica (paradoja de Algol), en la relatividad general (verificación del Principio de Equivalencia de Einstein), en la formación del Sistema Solar (formación de la Luna), etc.
- Estudio del movimiento de n cuerpos aplicando la teoría de perturbaciones.
- Aplicación de la teoría de perturbaciones al sistema solar (verificación del tipo de estabilidad que tiene nuestro sistema).
- La aparición de la teoría de la relatividad y el advenimiento de la era espacial mostró que la dinámica de los cuerpos del sistema solar se ve afectada no sólo por la interacción gravitacional entre cuerpos sino también por fuerzas perturbadoras de diversas naturalezas. Aplicación de las ecuaciones planetarias de Lagrange a otro tipo de fuerzas perturbadoras (no esfericidad del cuerpo



central, resistencia atmosférica, presión de radiación, efecto Yarkovsky, eyección de masa, curvatura de espacio, efecto Poynting-Robertson, resistencia por partículas cargadas, etc).

## CONTENIDO TEMÁTICO

**1. PROBLEMA DE LOS DOS CUERPOS.** 1.1 Movimiento de centro de masa. 1.2 Movimiento relativo. Integrales del movimiento (integral de la energía, integral de las áreas). 1.3 Ecuación de la órbita (parábola, circunferencia, elipse, hipérbola). 1.4 La órbita en el tiempo. Ecuación de Kepler. Ecuación de Barker. 1.5 Órbitas casi parabólicas. 1.6 La órbita en el espacio. 1.7 Elección de unidades. 1.8 Cálculo de efemérides. 1.9 Determinación de órbitas. Método de Laplace, método de Gauss. 1.10 Cálculo de los elementos orbitales. 1.11 Desarrollos en el movimiento elíptico. Series de Fourier. Funciones de Bessel. 1.12 Transferencia entre órbitas. Efectos de las componentes del impulso (tangencial a la órbita, normal a la tangencial en el plano de la órbita y normal al plano de la órbita). 1.13 Transferencia entre órbitas circulares. 1.14 Transferencia entre órbitas de distinta inclinación.

**2. PROBLEMA DE LOS TRES Y N CUERPOS.** 2.1 Movimiento del centro de masa. 2.2 Integrales del movimiento. 2.3 Generalización de propiedades: problema de N cuerpos. 2.4 Ecuaciones del movimiento relativo.

**3. PROBLEMA RESTRINGIDO DE LOS TRES CUERPOS.** 3.1 Problema restringido circular. 3.1.1 Movimiento de un cuerpo infinitesimal: ecuaciones diferenciales del movimiento. 3.1.2 Integral de Jacobi. 3.1.3 Superficies de velocidad relativa cero. Forma aproximada de las superficies. Regiones de velocidad real e imaginaria. 3.1.4 Método de computar las superficies. 3.1.5 Efecto del parámetro masa sobre las curvas de velocidad cero. 3.1.6 Puntos dobles de las superficies y soluciones particulares del problema de los tres cuerpos. 3.1.7 Estabilidad del movimiento cerca de los puntos Lagrangianos. 3.1.8 Movimiento alrededor de los puntos equilaterales. Soluciones estables. Aplicaciones: asteroides Troyanos. 3.1.9 Movimiento alrededor de los puntos colineales. Aplicaciones: Luna. 3.1.10 Problema restringido en tres dimensiones. Superficies de velocidad cero. Órbitas en tres dimensiones. 3.2 Problema restringido elíptico 3.2.1 Movimiento de un cuerpo infinitesimal: ecuaciones diferenciales del movimiento. 3.2.2 Solución de las ecuaciones. Comparación de los resultados obtenidos con los del problema circular. 3.2.3 Aplicaciones: captura de cuerpos.

**4. TEORÍA DE PERTURBACIONES.** 4.1 Planteo. Variación de los parámetros: principios básicos del método. 4.2 Corchetes de Lagrange. Evaluación de los corchetes de Lagrange. 4.3 Solución de las ecuaciones de perturbación. 4.4 Desarrollo de la función perturbadora. 4.5 Perturbaciones del primer orden: términos seculares y periódicos. 4.6 Perturbaciones de órdenes superiores.

## BIBLIOGRAFÍA

- “Methods of Celestial Mechanics”, D. Brouwer y G.M. Clemence, Academic Press, 1961.
- “Introduction to Celestial Mechanics”, S. W. Mc. Cusky, Addison-Wesley Pub. Co., 1963.



- “Fundamentals of Celestial Mechanics”, J. M. A. Danby, Willmann-Bell, segunda edición, 2003.
- "An Introduction to Celestial Mechanics", F. R. Moulton, Dover, 1970.
- “Celestial Mechanics A Computational Guide for the Practitioner”, L.G. Taff, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1985.
- “Theory of Orbits”, V. Szebehely, Academic Press, 1967.
- "Solar System Dynamics", C. D. Murray y S. F. Dermott, Cambridge Univ. Press, 2001.
- "Physics of the Solar System", B. Bertotti et al., Kluwer Academic Pub., 2003.
- Publicaciones periódicas de la especialidad.
- Minor Planet Center <https://minorplanetcenter.net/iau/mpc.html>
- NASA <https://www.nasa.gov/index.html>
- Jet Propulsion Laboratory <https://www.jpl.nasa.gov/>
- IAU <https://www.iau.org/>
- Astrophysics Data System <https://ui.adsabs.harvard.edu/>
- Páginas web de la especialidad