

**PROGRAMA DE ASIGNATURA**

<b>ASIGNATURA:</b> Mecánica Celeste I	<b>AÑO:</b> 2011
<b>CARÁCTER:</b> Obligatoria	
<b>CARRERA/s:</b> Licenciatura en Astronomía	
<b>RÉGIMEN:</b> cuatrimestral	<b>CARGA HORARIA:</b> 120 hs.
<b>UBICACIÓN en la CARRERA:</b> Cuarto – Segundo cuatrimestre	

**FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS**

Esta materia constituye una parte integral en la formación del futuro Licenciado en Astronomía. Se introducen conceptos, herramientas y métodos clásicos en el área de la mecánica celeste que se abordan con el enfoque y formalismo específico con aplicaciones particulares de problemas de interés en Astronomía.

Al mismo tiempo, se sientan las bases de nuevos y modernos tratamientos que hoy se utilizan en mecánica celeste y que se proyectan a otras áreas de la Astronomía como son dinámica de sistemas estelares, dinámica de galaxias, dinámica de exoplanetas, sistemas dinámicos en general, etc...

Por otro lado, se extienden los conocimientos adquiridos en la materia Mecánica Clásica respecto de dinámica Hamiltoniana, teoría de perturbaciones y caos en sistemas Hamiltonianos. Se presentan algunos resultados dinámicos de extrema importancia que permiten comprender algunas de las estructuras y comportamientos que hoy observamos en el Sistema Solar, como la variación de los elementos orbitales de asteroides, regiones de estabilidad, regiones resonantes, evolución secular, familias de asteroides, etc.

**CONTENIDO****Unidad I: Problema de Dos Cuerpos**

Ley de Gravitación Universal. Unidades utilizadas en mecánica celeste. Problema de dos cuerpos (P2C). Ecuaciones de movimiento relativo. Integrales de movimiento. Tercera ley de Kepler. Constante de Gauss. Vector de Lenz. Elementos orbitales. Anomalías verdadera, excéntrica y media. Ecuación de Kepler. Las funciones F y G. Órbitas baricéntricas. La órbita en el espacio. Transformaciones. Relación entre coordenadas y velocidades y elementos orbitales. Cálculo de efemérides. Aplicaciones del P2C: Determinación de masas, maniobras orbitales, transferencias Hohmann, bielíptica. Rendenvous. Órbitas de satélites artificiales terrestres.

**Unidad II: Problema de Tres Cuerpos**

Problema de tres cuerpos restringido. Problema Circular (PC3CR): Ecuaciones de movimiento, Sistema inercial y sinódico. Constante de Jacobi. Adimensionalización del problema. Superficies de Hill: propiedades y regiones de movimiento. Puntos Lagrangeanos: Estabilidad, tipos de órbitas, variedades estables e inestables, soluciones particulares. Órbitas Halo. Pseudo-órbitas. Órbitas Periódicas, cuasi-periódicas y familias en el PC3CR. Criterio de Tisserand. Variantes: Aproximación de Hill, Problema elíptico de tres cuerpos restringido. Problema de tres cuerpos con masas finitas: soluciones particulares. Modelos con más cuerpos.

**Unidad III: Teoría de Perturbaciones**

Ecuaciones de movimiento del Problema de tres cuerpos restringido. Problema de dos cuerpos perturbado. Potencial perturbador. Pequeñas perturbaciones. Método de variación de las constantes. Gauge de Lagrange. Ecuaciones planetarias de Euler-Lagrange. Función perturbadora. Propiedades de los desarrollos. Radio de convergencia. Expansión de Kaula: forma general. Aplicación: Efectos relativistas post-Newtonianos, Método de Lindsted a primer orden. Asteroides: Ley de Titus-Bode. Colisión y fragmentación. Ecuaciones de Gauss. Distribución orbital de fragmentos. Cinturón principal: características, Lagunas de Kirkwood, NEOS y NEAS, otros.

**Unidad IV: Dinámica Hamiltoniana.**

Principio de Hamilton. Sistemas Hamiltonianos. Variables Canónicas de Delaunay. Sistemas Naturales y no naturales. Ventajas de la formulación Hamiltoniana. Reducción de Routh. Transformaciones Canónicas: Transformación identidad y cuasi-identidad. Método de Hamilton-Jacobi. Variables ángulo-acción. Geometría de sistemas integrables. Órbitas periódicas y cuasi-periódicas. Condición Resonante. El péndulo. Teoría de perturbaciones en sistemas Hamiltonianos. Método de Lindstedt-Poincaré. Ecuación Homológica. Proceso de Media: Aplicación, Método de Von-Zeipel. Problema de pequeños divisores. Teoremas de Poincaré-Birkhoff.

**Unidad V: Dinámica Secular**

Hamiltoniano del problema planetario. Hamiltoniano Democrático Heliocéntrico. Formas Normales Seculares. Solución de Lagrange-Laplace. Frecuencias seculares planetarias. Introducción a la dinámica secular de cuerpos pequeños. Aproximación lineal integrable. Elementos orbitales libres y forzados. Resonancias seculares. Elementos propios. Familias de Asteroides.

**Unidad VI: Dinámica Resonante**

Cambios de topología. Variaciones del péndulo. Herramientas: Dinámica discreta, secciones de Poincaré. Método de Lindstedt-Poincaré para el caso resonante: ejemplo para 2 grados de libertad. Transformación de Schwarchild. Teorema de la "No Existencia" de Poincaré. Caos local: características del caos de Separatriz.

Teorema de KAM. Toros resonantes y no resonantes. Fracciones continuas. Comportamientos regulares y caóticos. Exponente de Lyapunov. Indicador Megno. Enmarañado Homoclínico. Superposición de Resonancias. Caos Global. Mapa de Smale. Teorema Homoclínico de Smale-Birkhoff. Mapas Algebraicos. Mapas Simplécticos. Mapa Twist. Mapa Twist perturbado.

**Trabajos prácticos especiales**

Trabajo Práctico 1: Ejercitación a resolver mediante programas en lenguaje Fortran.

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>
---------------------

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Murray C. D., Dermott S. F., Solar System Dynamics, Cambridge University Press, 2008.
- Morbidelli A., Modern Celestial Mechanics, Taylor & Francis, 2001.
- Szebehely V., Theory of Orbits, Academic Press, 1967.
- Brower D., Clemence G. M., Methods of Celestial Mechanics, Academic Press, 1961.
- Moulton, F. R., An Introduction to Celestial Mechanics, The Mac Millian Company, 2da. edición, 1914.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Lichtenberg A.J., Lieberman M.A., Regular and Stochastic Motion, Springer, 1983.
- Ferraz Mello S., Canonical Perturbation Theories, Degenerate Systems and Resonance, Springer, 2007.
- Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T., and Flannery, B.P.: 1992, Numerical Recipes 2nd. Edition, Cambridge University Press, New York.

**METODOLOGÍA DE TRABAJO****Contenidos Teóricos:**

Desarrollo de contenidos teóricos del programa de contenidos en dos clases semanales de 2 horas de duración. Se contempla además la posibilidad de clases de consulta preacordadas con los alumnos.

**Contenidos Prácticos:**

Desarrollo de 5 guías de ejercicios prácticos con dificultad y contenidos acordes al desarrollo en paralelo con el dictado de contenidos teóricos que se van desarrollando.

1 guía de resolución de ejercicios numéricos y programación que requiere de la elaboración de rutinas en lenguaje Fortran90.

Constante articulación y coordinación entre los docentes de prácticos y teóricos.

**EVALUACIÓN****FORMAS DE EVALUACIÓN**

- Tres (3) evaluaciones parciales.
- Entrega de un (1) trabajo práctico especial.
- Las evaluaciones parciales serán sobre contenidos teórico-prácticos.
- El examen final contará de una evaluación escrita sobre contenidos teórico-prácticos, y una exposición oral sobre los contenidos teóricos.
- La materia no considera régimen de promoción.

**CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y PROMOCIÓN**

1. ASISTENCIA
  - Cobertura del 80% de la totalidad de las horas previstas, tanto teóricas como prácticas.
2. EXÁMENES PARCIALES
  - Aprobación de 2 exámenes parciales, con calificación mayor o igual a 4.
3. TRABAJOS PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO
  - Entrega del trabajo práctico en la fecha establecida.