

## **DINÁMICA NO LINEAL**

### **Materia de grado y posgrado**

**Carga horaria : 70 hs. de teoría y 35 de práctica (grado).  
: 110 hs. de teoría y 45 de práctica (posgrado)**

- 1) Revisión de la mecánica Hamiltoniana. Transformaciones canónicas. Problema de Kepler. Variables ángulo-acción. Variables de Delaunay. Sistemas integralbes I.
- 2) Hamiltoniano del péndulo, soluciones exactas y aproximadas. Frecuencia del péndulo. Separatríz. Puntos fijos: análisis de estabilidad. Variedades estables e inestables. Whiskered Torus. Concepto de linealidad y no linealidad.
- 3) Oscilador cuártico. Soluciones exactas y aproximadas. Frecuencia del oscilador no lineal.
- 4) Perturbaciones a Hamiltonianos integrables. Teorías clásicas de perturbaciones, series asintóticas, pequeños denominadores, convergencia de las series. Superconvergencia de Kolomogorov.
- 5) Método de averaging o promediado. Discusión del principio. Demostración para un sistema con una única frecuencia. Discusión de la aplicación de método.
- 6) Resonancia no lineal. Formulación del problema. Resonancias entre un sistemas 1D y una perturbación periódica externa. Descripción general de la resonancia no lineal. Modelo de péndulo para la resonancia. Parámetros. Discusión de las diferencias entre sistemas lineales y no lineales. Validez de la aproximación del péndulo.
- 7) Resonancias en sistemas multidimensionales. Sistemas integrables II. Descripción geométrica en el espacio de las acciones y en el espacio de frecuencias. Modelo para la resonancia. Parámetros. Validez de la formulación. Ejemplos.
- 8) Criterio de overlap o superposición de resonancias. Formulación del criterio. Ejemplos de aplicación. Concepto de la difusión de Arnold.
- 9) Teoría perturbativa para una resonancia: Mapa standard. Formulación. Hamiltoniano asociado al mapa. Resonancias de primer y segundo orden. Overlap de resonancias. Propiedades.
- 10) Perturbaciones a la Separatríz: mapa de la separatríz. Derivación del mapa. Integral de Melnikov-Arnold. Resonancias. Estructura de la capa estocástica. Propiedades.
- 11) Estocasticidad e inestabilidad local. Exponentes de Lyapunov, entropía KS. Caos e indicadores.

### **Posgrado**

- 12) Teoría KAM (no rigurosa). Similitudes entre la teoría KAM y el criterio de overlap de resonancias.
- 13) Hamiltoniano de Arnold. Discusión del modelo. Mecanismo de Arnold: Toros de transición y

cadena de transición. Variación de las integrales no perturbadas y difusión de Arnold. Coeficiente local de difusión.

14) Descripción general de la difusión de Arnold para Hamiltonianos N-dimensionales. Coeficiente de difusión.

15) Aplicaciones: Órbitas en sistemas sin simetría central. Resonancias de 3 cuerpos. Difusión en sistemas astronómicos realistas.

16) Discusión del carácter de la difusión en diferentes sistemas astronómicos y físicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arnold, V. 1989, *Mathematical Methods of Classical Mechanics*, Springer-Verlag.
- Chirikov, B., 1979, A universal instability of many-dimensional oscillator systems, *Physics Reports*, 52, p. 263
- Cincotta, P. 2002, Arnold diffusion: an overview through Dynamical Astronomy, *New Astronomy Reviews*, 46, 13.
- Giorgili, A., 1990, New insights of the stability problem from recent results in classical perturbation theory, en "Les méthodes modernes de la Mécanique Céleste, editores C. Froeschlé y D. Benest, Frontiers.
- Goldstein, H., 1996, *Mecánica Clásica*, Editorial Reverté, S.A., Barcelona.
- Gradshteyn I., I.Ryzhik, M. 2007, *Table of Integrals, Series, and Products*, Academic Press.
- Notas del curso: accesibles en <http://fcaglp.unlp.edu.ar/~pmc/DNL/>
- Otras referencias: también accesibles en <http://fcaglp.unlp.edu.ar/~pmc/DNL/>
- Reichl, L., 1992, *The Transition to Chaos, Vols. I-II*, Springer-Verlag.