

MECANICA CLASICA

Clave: 66703

Créditos: 12

Carácter: Optativa

Horas

Horas por semana

Tipo: Teórica

Teoría: 6

Práctica: 0

6

Objetivo general:

Proporcionar al alumno los conocimientos más importantes de la mecánica clásica, ofreciendo una visión amplia y actualizada de esta materia. El temario sirve, con el conjunto de conocimientos implícitos al tema, como referencia para el examen predoctoral.

Objetivos específicos:

En este curso el estudiante completa su formación en la formulación lagrangiana de la mecánica clásica. Además se prepara en la formulación hamiltoniana de ésta, tanto por su importancia dentro de la propia mecánica, como por básica en otras ramas de la Física. El estudiante también verá las diferencias entre los sistemas integrables y los no integrables, y será introducido al estudio moderno de los fenómenos no lineales.

Los temas con asterisco son opcionales.

Contenido Temático

Unidad I. Introducción (repaso de mecánica newtoniana)

- 1.1 Ecuaciones diferenciales. Espacio fase. Puntos fijos. Ciclos límite.
- 1.2 Análisis cualitativo de sistemas mecánicos en el espacio fase.
- 1.3 Mecánica de sistemas con N partículas. Energía, momento lineal, momento angular.
- 1.4 Concepto de caos.
- 1.5 Ejemplos.

Unidad II. Formulación lagrangiana

- 2.1 Coordenadas generalizadas.
- 2.2 Problemas con constricciones holonómicas y no holonómicas.
- 2.3 Ecuaciones de Euler-Lagrange. Covariancia.
- 2.4 Principio de D'Alembert. Trabajos virtuales.
- 2.5 Ejemplos.

Unidad III. Principios variacionales

- 3.1 Cálculo de variaciones.
- 3.2 Principios de Hamilton y Fermat.
- 3.3 Equivalencia con la formulación lagrangiana.
- 3.4 Ejemplos.

Unidad IV. Leyes de conservación

- 4.1 Integrales de movimiento.
- 4.2 Simetrías y cantidades conservadas.
- 4.3 Teorema de Noether.
- 4.4 Ejemplos.

Unidad V. Campo central

- 5.1 Formulación Lagrangiana.
- 5.2 Problema de Kepler.

- 5.3 Dispersión.
- 5.4 Ejemplos.

Unidad VI. Oscilaciones

- 6.1 Oscilaciones pequeñas (lineales). Modos normales.
- 6.2 Límite de sistemas continuos: introducción a campos clásicos.
- 6.3 Oscilaciones no lineales.
- 6.4 Ejemplos.

Unidad VII. Cuerpo rígido

- 7.1 Sistemas de referencia no inerciales. Fuerza de Coriolis.
- 7.2 Transformaciones ortogonales. Teorema de Euler. Rotaciones.
- 7.3 Dinámica de cuerpo rígido.
- 7.4 Ejemplos.

Unidad VIII. Formaciones Hamiltonianas

- 8.1 Espacio Fase. Transformada de Legendre. Estructura Simpléctica.
- 8.2 Función Hamiltoniana. Ecuaciones de Hamilton.
- 8.3 Paréntesis de Lagrange y de Poisson.
- 8.4 Teoremas de Liouville y de recurrencia de Poincaré.
- 8.5 Ejemplos.

Unidad IX. Transformaciones canónicas

- 9.1 Preservación de la estructura simpléctica.
- 9.2 Funciones generadoras.
- 9.3 La evolución temporal como una transformación canónica.
- 9.4 Transformaciones canónicas infinitesimales. Teorema de Noether y simetría.
- 9.5 Ejemplos.

Unidad X. Teoría de Hamilton-Jacobi

- 10.1 La ecuación de Hamilton-Jacobi.
- 10.2 Separación de variables. Solución completa.
- 10.3 Ejemplos.

Unidad XI. Variables de acción y ángulo

- 11.1 Sistemas totalmente integrables.
- 11.2 Sistemas no integrables.
- 11.3 Ejemplos.

Unidad XII. Introducción a teoría de perturbaciones y sistemas no integrables (opcional)

- 12.1 Expansión en serie*. Resonancias y denominadores pequeños*.
- 12.2 Invariancia adiabática*.
- 12.3 Discusión cualitativa del teorema de Kolmogorov, Arnold y Moser*.
- 12.4 Introducción al caos en sistemas hamiltonianos*.
Ejemplos: mapeos que preservan el área, el oscilador no lineal forzado*.

Bibliografía Básica:

- Rasband S. Neil, *Dynamics*, John Wiley and Sons, 1983.
- Calkin M.G., *Lagrangian and Hamiltonian Mechanics*, World Scientific, 1996.
- Goldstein H. A. y Otros, *Classical Mechanics*, Addison Wesley, 2002.
- Landau L. D. y E.M. Lifschitz, *Mechanics, 3rd ed.*, Pergamon Press, Oxford, England, 1976.

- Valenzuela José Jorge y Saletan Eugene J., *Classical Dynamics: A Contemporary Approach*, Cambridge University Press, 1998.

Bibliografía Complementaria:

- Arnold V. I., *Mathematical Methods of Classical Mechanics*, Springer-Verlag, 1989.
- Tabor M., *Chaos and Integrability in Nonlinear Systems: an Introduction*, John Wiley, 1989.
- Ott E., *Chaos in Dynamical Systems*, Cambridge University Press, 1993.
- Greiner W., *Classical Mechanics II (classical theoretical physics)*, Springer Verlag, 2001.
- Berry M.V., *Regular and Irregular Motion*, AIP 46, 1978.
- Marsden J. E. y Ratiu T. S., *Introduction to Mechanics and Symmetry*, Springer, 1999.
- Matzner R. A. y Shepley L. S., *Classical Mechanics*, Prentice Hall, 1991.
- Abraham R. y Marsden J. E., *Foundation of Classical Mechanics*, Benjamin, Reading Massachusetts, 1978.
- Flores J. y Anaya G., *Dinámica del cuerpo rígido*, Fondo de Cultura Económica, 1989.
- Percival I. y Richards D., *Introduction to Dynamics*, Cambridge University Press, 1992.
- Baker G. L. y Gollub J. P., *Chaotic Dynamics: An Introduction*, Cambridge University Press, 1990.
- Dittrich W. y Reuter M., *Classical and Quantum Dynamics*.
- Problems and Solutions in Mechanics, *Yung-Kuo*, World Scientific, 1994.