



EX-2022-00597456- -UNC-ME#FAMAF

| PROGRAMA DE ASIGNATURA   |  |
|--|--|
| <b>ASIGNATURA:</b> Mecánica  | <b>AÑO:</b> 2022                                       |
| <b>CARACTER:</b> Obligatoria                                       | <b>UBICACIÓN EN LA CARRERA:</b> 3° año 1° cuatrimestre |
| <b>CARRERA:</b> Licenciatura en Astronomía, Licenciatura en Física |  |
| <b>REGIMEN:</b> Cuatrimestral                                      | <b>CARGA HORARIA:</b> 120 horas                        |

#### FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

La materia pretende familiarizar al estudiante con los conceptos, desarrollos y formalismo matemático de la dinámica clásica posteriores a la formulación newtoniana, hasta el nivel introductorio de la teoría y práctica actual en el área.

En el transcurso del curso se espera proveer al estudiante de los recursos conceptuales y operativos indispensables para formular problemas físicos en el área de la dinámica clásica y resolverlos utilizando sus herramientas específicas, con un adecuado nivel de capacidad tanto teórica como práctica.

#### CONTENIDO

##### **Dinámica Newtoniana:**

El espacio-tiempo de la dinámica newtoniana: referenciales inerciales, simetrías y el Grupo de Galileo. Sistemas externo y de interés, sistemas aislados. La partícula libre; momento lineal y angular, energía y trabajo. Consecuencias de la consistencia de la reducción a una partícula: centro de masa, forma fuerte de la tercera Ley de Newton, potencial de pares y fuerzas conservativas. Inconsistencia con las interacciones electromagnéticas y delimitación del campo de la dinámica clásica.

##### **Formulación Lagrangiana I:**

Vínculos holonómicos, coordenadas generalizadas, desplazamientos virtuales.

Principio de los trabajos virtuales, fuerzas generalizadas. El método de D'Alembert, ecuaciones de Lagrange. Fuerzas conservativas, el lagrangiano. Fuerza de Lorentz, función disipación de Rayleigh. Forma general de la energía cinética. Ejemplos ilustrativos.

##### **Formulación Lagrangiana II:**

Cálculo variacional: funcionales, variación y extremos. La acción, Principio de Hamilton, ecuaciones de Euler-Lagrange, invariencias. Sistemas autónomos, coordenadas ignorables y lagrangiano reducido. Simetrías, el Teorema de Noether, ejemplos. Coordenadas ignorables y Lagrangiana reducida. Analogías mecánicas, Teorema del Virial.

Configuración, estado mecánico y desplazamientos virtuales. Vínculos holonómicos, multiplicadores de Lagrange, fuerzas de vínculo y lagrangiano ampliado. Vínculos no-holonómicos, fuerzas de vínculo, incompatibilidad con un principio de extremo, formulación de Flannery.

##### **Campo central:**

Problema de dos cuerpos, masa reducida y separación del lagrangiano.

Conservación del momento angular. Potencial efectivo e integración de las ecuaciones de movimiento. Órbitas acotadas y no acotadas, periodicidad, caída al centro. El problema de Kepler: ecuación de las órbitas, funciones de movimiento, vector de Lenz.

##### **Pequeñas Oscilaciones:**

Desarrollo del lagrangiano alrededor de un mínimo de potencial y linealización de las ecuaciones de Euler-Lagrange. Diagonalización del sistema de ecuaciones, autofrecuencias y modos normales. Solución general, propiedades. Coordenadas normales, interpretación. Ejemplos ilustrativos.



EX-2022-00597456- -UNC-ME#FAMAF

### **Cuerpo rígido:**

Definición. Grados de libertad y coordenadas generalizadas. Sistema de coordenadas fijo al cuerpo. Velocidad angular, unicidad. Energía cinética y momento angular, tensor de inercia; diagonalización y momentos de inercia principales.

Simetrías, trompo esférico y trompo simétrico; precesión y nutación. Ecuaciones de movimiento. Ángulos de Euler. Ecuaciones de Euler. Ejemplos ilustrativos.

Movimiento en sistemas no inerciales. Energía potencial de un cuerpo extenso.

### **Formulación Hamiltoniana:**

Transformada de Legendre y hamiltoniano. Ecuaciones de Hamilton, estructura simpléctica, espacio de fases. Paréntesis de Poisson, propiedades, Teorema de Poisson. Acción en función de las coordenadas. Transformaciones canónicas, función generatriz, formas particulares. Flujo en el espacio de fases: Teorema de Liouville, la evolución temporal como transformación canónica. Ejemplos ilustrativos.

### **El método de Hamilton-Jacobi:**

Ecuación de Hamilton-Jacobi, propiedades generales de las soluciones. Resolución de las ecuaciones de movimiento. Casos particulares: sistemas autónomos y ecuación reducida; coordenadas ignorables. Condiciones de separabilidad y sistemas integrables. Ejemplos: oscilador armónico, campo central; el problema de Kepler. Idea de la derivación de la ecuación de Schrödinger.

### **Variables ángulo-acción:**

Sistemas autónomos acotados. Movimiento unidimensional, idea del Teorema de Poincaré-Bendixson; libración y rotación, homotopía al espacio de fases del péndulo simple. Sistemas autónomos integrables, Teorema de Liouville-Arnold y foliación en toros invariantes. Ejemplo: el problema de Kepler, elementos orbitales, degeneración y sus consecuencias. Idea de la teoría de perturbaciones canónica; pérdida de la integrabilidad; noción de caos y el Teorema KAM. Ejemplo: el péndulo doble.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- H. Goldstein, C. Poole, and J Safko, Classical Mechanics, 3rd ed. Pearson, Essex, 2014.
- L. D. Landau y E. M. Lifshitz, Mecánica, 2ª ed. Editorial Reverté, Barcelona, 1994.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- O. Moreschi, Fundamentos de la mecánica de sistemas de partículas, UNC, Córdoba, 2000.
- M. R. Flannery, d'Alembert-Lagrange analytical dynamics for non-holonomic Systems. J. Math. Phys. 52, 032705, 2014.
- M. G. Calkin, Lagrangian and Hamiltonian Mechanics. World Scientific, Dalhousie University, Canada, 1998.
- J. H. Field, Derivation of the Schrödinger equation from the Hamilton-Jacobi equation in Feynman's path integral formulation of quantum mechanics. European Journal of Physics 04/2012; 32(1).
- V. I. Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, 2nd Ed. Springer-Verlag, 1989.

## **EVALUACIÓN**

### **FORMAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se efectuará mediante dos evaluaciones parciales escritas, sobre contenido teórico-práctico, en un nivel similar al alcanzado en el desarrollo de las clases prácticas. Además los alumnos dispondrán de una evaluación recuperatoria para uno de los parciales.

La evaluación final se realizará mediante un examen escrito integrador de la materia, en un nivel



---

EX-2022-00597456- -UNC-ME#FAMAF

similar al de los parciales. En caso de ser necesario para algunos casos particulares, se recurrirá a una instancia de evaluación oral.

**REGULARIDAD**

- 1) cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas o prácticas.
- 2) aprobar al menos dos evaluaciones parciales o la correspondiente instancia recuperatoria.

**PROMOCIÓN**

No está prevista la promoción de esta materia.