

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

LICENCIATURA EN: QUÍMICA.

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: MECÁNICA CLASICA.

ÓRGANO INTERNO QUE COORDINA EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:

DEPARTAMENTO DE: FÍSICA.

SECCIÓN DE: MECÁNICA.

CICLO AL QUE PERTENECE: PROFESIONAL.

REQUISITO DE SERIACIÓN: QUÍMICA CUANTICA.

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: OPTATIVA.

TIPO DE ASIGNATURA: TEÓRICA.

MODALIDAD: CURSO.

SEMESTRE: 8°, 9°.

NÚMERO DE HORAS /SEMANA/ SEMESTRE:

TEORÍA:

3

PRÁCTICA:

N° DE CRÉDITOS:

6

CLAVE

0003

### OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA.

Conocer los conceptos y métodos de cálculo de la mecánica clásica en sus formulaciones Lagrangiana y Hamiltoniana, resaltando la importancia de sus aplicaciones prácticas en la descripción de la dinámica de sistemas de varias partículas, de sistemas no lineales y sistemas caóticos.

### UNIDAD 1: MECÁNICA NEWTONIANA EN SISTEMAS DE COORDENADAS EN MOVIMIENTO.

Número de horas de teoría: 4.

#### OBJETIVOS DE LA UNIDAD.

Utilizar las leyes de Newton en la descripción dinámica desde el punto de vista de coordenadas de rotación.

Describir matemáticamente la caída libre de un cuerpo sobre un planeta en rotación.

Describir la cinemática y dinámica del péndulo de Foucault.

1.1 Ecuaciones de Newton en Sistemas de coordenadas en movimiento.

1.2 Caída libre sobre un planeta en rotación.

1.3 Dinámica del péndulo de Foucault.

### UNIDAD 2. MECÁNICA DE SISTEMAS DE PARTÍCULAS.

Número de horas de teoría: 4.

#### OBJETIVOS DE LA UNIDAD.

Calcular los grados de libertad mecánicos del movimiento de un sistema de partículas.

Calcular el momentum lineal y angular de un sistema de varias partículas.

Llevar a cabo transformaciones de las ecuaciones de movimiento y de la energía cinética hacia las coordenadas del centro de masa.

2.1 Grados de libertad.

2.2 Centroides de gravedad.

2.3 Parámetros mecánicos fundamentales de sistemas de varias partículas.

### UNIDAD 3. MECÁNICA VIBRACIONAL.

Número de horas de teoría: 6.

#### OBJETIVO DE LA UNIDAD.

Escribir la ecuación de onda para la dinámica de sistemas vibrantes y resolverla utilizando Series de Fourier o funciones Bessel para describir cuantitativamente la evolución cinemática y dinámica de dichos sistemas.

3.1 Vibraciones de punto de masa acoplador.

3.2 La ecuación de onda y series de Fourier.

3.3 La membrana vibrante.

3.3.1 Derivación de la ecuación diferencial.

3.3.2 Solución de la ecuación diferencial mediante series de Fourier.

3.3.3 Introducción de condiciones de frontera.

3.3.4 Eigenfrecuencias.

3.3.5 Degeneración.

3.3.6 Líneas nodales.

3.3.7 La membrana circular, solución vía funciones Bessel.

UNIDAD 4. MECÁNICA DE CUERPOS RÍGIDOS.

Número de horas de teoría: 6.

OBJETIVO DE LA UNIDAD.

Describir la dinámica rotacional de cuerpos rígidos a partir de las leyes de Newton, la teoría geométrica del domo y los ángulos de Euler.

4.1 Rotación alrededor de ejes fijos.

4.2 Rotación alrededor de un punto.

4.3 Teoría Geométrica del Domo.

4.4 Teoría analítica del domo libre. Aplicaciones.

4.5 Los ángulos de Euler.

UNIDAD 5. ECUACIONES DE LAGRANGE.

Número de horas de teoría: 6.

OBJETIVOS DE LA UNIDAD.

Explicar los conceptos de coordenadas generalizadas y velocidades generalizadas, así como su utilidad en la descripción de la dinámica de partículas en sistemas de geometría compleja.

Obtener la formulación de Lagrange a partir de las leyes de Newton y el principio de D'Alembert.

Escribir las ecuaciones de Lagrange para sistemas mecánicos con restricciones no holonómicas.

Describir la dinámica de sistemas mecánicos dependientes de un potencial de velocidad, así como sistemas mecánicos sujetos a fuerzas no conservativas y funciones de disipación.

Utilizar multiplicadores de Lagrange para la descripción de la dinámica de sistemas no holonómicos.

5.1 Coordenadas y velocidades generalizadas.

5.2 Derivación de las ecuaciones de Lagrange a partir de las leyes de la segunda ley de Newton y del principio de D'Alembert.

5.3 Ecuaciones de Lagrange para sistemas mecánicos con restricciones o holonómicas.

5.4 Ejemplos.

5.4.1 Sistemas con potenciales dependientes de la velocidad.

5.4.2 Sistemas con fuerzas no conservativas y funciones de disipación.

5.4.3 Aplicación de multiplicadores de Lagrange a sistemas no holonómicos.

UNIDAD 6. FORMULACIÓN HAMILTONIANA.

Número de horas de teoría: 6.

OBJETIVOS DE LA UNIDAD.

Explicar las bases conceptuales del principio de Hamilton y de los principios variacionales.

Describir el concepto de espacio-fase y el teorema de Liouville.

Llevar a cabo el cálculo de transformaciones canónicas.

Explicar la teoría de Hamilton-Jacoby y utilizarla para visualizar gráficamente el significado físico de la función de acción.

Explicar conceptualmente la forma en que se utiliza la formulación hamiltoniana de la mecánica clásica como transición hacia la mecánica cuántica.

Escribir el hamiltoniano para varios sistemas de interés en física y químicas teóricas.

- 6.1 Las ecuaciones de Hamilton.
- 6.2 El principio de Hamilton.
- 6.3 Discusión general de los principios variacionales.
- 6.4 El espacio fase y el Teorema de Liouville.
- 6.5 El principio de enfriamiento estocástico.

#### UNIDAD 7. DINÁMICA DE SISTEMAS NO LINEALES.

Número de horas de teoría: 10.

##### OBJETIVOS DE LA UNIDAD.

Utilizar las formulaciones de Hamilton y Lagrange para la descripción matemática de la dinámica de sistemas disipativos y la contracción del volumen del espacio-fase.

Explicar los conceptos de ciclos límite, atractores y repulsores extraños y relacionar su aparición en sistemas físicos con las ecuaciones diferenciales de movimiento obtenida a partir de las formulaciones langragiana y hamiltoniana.

A partir de la solución de las ecuaciones diferenciales resultantes del análisis de la dinámica de sistemas no lineales, describir la estabilidad de trayectorias dependientes del tiempo, la aparición de bifurcaciones estáticas y de bifurcaciones temporales.

Calcular exponentes de Lyapunov para sistemas dinámicos no lineales unidimensionales y multidimensionales.

Describir las características de la geometría fractal.

Describir la dinámica de sistemas caóticos, prestando especial atención a los sistemas de naturaleza química, de transferencia de calor, de dinámica de fluidos (turbulencia) y de cinética química.

- 7.1 Sistemas disipativos.
- 7.2 Atractores y repulsores extraños.
- 7.3 Soluciones al equilibrio.
- 7.4 Ciclos límite.
- 7.5 Estabilidad de trayectorias dependientes del tiempo.
  - 7.5.1 Soluciones periódicas.
  - 7.5.2 Discretización y atajos de Poincaré.
- 7.6 Bifurcaciones.
  - 7.6.1 Bifurcaciones estáticas.
  - 7.6.2 Bifurcaciones de soluciones dependientes del tiempo.
- 7.7 Exponentes de Lyapunov.
  - 7.7.1 Sistemas unidimensionales.
  - 7.7.2 Sistemas multidimensionales.
  - 7.7.3 Geometría fractal.
- 7.8 Sistemas con dinámica caótica.
  - 7.8.1 Dinámica de sistemas discretos.
  - 7.8.2 Mapeos inidimensionales.

#### UNIDAD 8. SISTEMAS CAÓTICOS EN QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA.

Número de horas de teoría: 6.

##### OBJETIVOS DE LA UNIDAD.

Utilizar los conceptos de la dinámica de sistemas no lineales y de la teoría del caos determinista para explicar la fenomenología de la turbulencia y la cinemática de reacciones oscilantes, como las de Belusov-Zhabotinsky.

Escribir y utilizar programas de cómputo para la caracterización de sistemas

caóticos químicos.

8.1 Caos de flujo turbulento.

8.2 Caos en reacciones químicas.

8.2.1 Reacciones de Belusov-Zhabotinsky, el Brucelador Cinético.

8.2.2 El oreonador cinético.

#### METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

- Exposición oral, apoyo didáctico con: proyectores de acetatos, diapositivas, videos.
- Resolución de problemas.
- Lecturas obligatorias.
- Uso de los programas de cómputo especializados.

#### PROPUESTA DE EVALUACIÓN.

Tres exámenes parciales, participación del estudiante, entrega de tareas, resolución de series de problemas.

#### PERFIL PROFESIOGRAFICO DEL DOCENTE.

Profesional de la Química con experiencia en Mecánica Clásica o estudios de especialidad, maestría o doctorado en el área de la Química o Física.

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.

1. Greiner, Walter. *Classical mechanics: systems of particles and Hamiltonian dynamics*, Springer Verlag, New York, 2003.
2. Barger, Vernon. *Classical mechanics*, McGraw Hill, New York, USA, 1995.
3. Benguria, Rafael y María Cristina Depassier. *Problemas resueltos de mecánica clásica*. Alfaomega, Barcelona, 1999.
4. Goldstein, H. *Classical mechanics*, 3<sup>a</sup>, Prentice Hall, USA, 2002

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.

1. Hilborn, R.C. *Chaos and nonlinear dynamics*, Oxford University Press, New York, 1994.
2. Kibble, T.W.B., F.H. Berkshire, *Classical mechanics*, 4<sup>a</sup>, Longman Group, United Kingdom, 1997
3. Lagrange, J.L. (editor) *Analytical mechanics. Translated by Boissonnade, A.C. Vagliente, V.N.* Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2001.
4. Newton. Isaac. *The principia: Mathematical principles of natural philosophy*, Translates by Cohen A. and Withman, A. University of California Press, California, USA, 1999.