

**Mecánica y Ondas.
Planteamiento y resolución
de problemas tipo**

Alvaro Perea Covarrubias

Doctor en Ciencias Físicas

Universidad Nacional de Educación a Distancia

Madrid, Enero 2005

Índice

Capítulo 1. Leyes de Newton

Primera Parte: Leyes de conservación

Introducción

1. Conservación de la energía
2. Conservación del momento lineal
3. Conservación del momento angular

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Segunda Parte: Fuerzas disipativas

Introducción

1. Amortiguamiento de Coulomb
2. Amortiguamiento de Stokes
3. Amortiguamiento de Newton

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Tercera Parte: Sistemas de masa variable

Introducción

Teoría

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Capítulo 2. Sistemas conservativos

Primera Parte: Dinámica de la partícula en una recta

Introducción

1. Movimiento bajo la acción del potencial $V(x)$
2. Diagramas de energía
3. Puntos de equilibrio. Movimientos de oscilación

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Segunda Parte: Potenciales centrales

Introducción

1. Conservación del momento angular
2. Ley de las áreas
3. Ecuaciones del movimiento
4. Conservación de la energía
5. Potencial centrífugo. Potencial efectivo
6. Tipos de movimiento
7. Cálculo de órbitas. Fórmulas de Binet

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Tercera Parte: Fuerza gravitatoria

Introducción

1. Campo gravitatorio
2. Fuerza gravitatoria
3. Energía potencial gravitatoria
4. Energía total
5. Cuerpos continuos
6. Autoenergía gravitatoria
7. Ley de Gauss

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Cuarta Parte: Movimiento planetario. Satélites

Introducción

1. Ecuaciones del movimiento
2. Órbitas planetarias. Descripción analítica
3. Órbitas planetarias. Descripción gráfica
4. Leyes de Kepler

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Capítulo 3. Dinámica del sólido rígido

Primera Parte: Movimiento plano

Introducción

1. Grados de libertad del movimiento
2. Campo de velocidades
3. Centro instantáneo de rotación
4. Momento lineal
5. Momento angular y momento de inercia
6. Teorema de Steiner
7. Energía cinética
8. Ecuaciones del movimiento
9. Condición de deslizamiento
10. Colisión con una masa puntual

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Segunda Parte: Movimiento general

Introducción

1. Grados de libertad del movimiento
2. Eje instantáneo de rotación
3. Ángulos de Euler
4. Velocidad angular en función de los ángulos de Euler
5. Matriz de inercia. Ejes principales. Momento angular
6. Energía cinética
7. Ecuaciones del movimiento
8. Utilidad de la ecuación de Euler

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Capítulo 4. Relatividad especial

Primera Parte: Relatividad de Galileo

Introducción

1. Principio de relatividad
2. Transformación de Galileo
3. Efecto Doppler no relativista. Corrimiento de λ
4. Velocidad relativa de las galaxias. Edad del Universo

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Segunda Parte: Cinemática relativista

Introducción

1. Principio de relatividad especial
2. Proporcionalidad entre intervalos de tiempo
3. Transformación de Lorentz
4. Contracción de la longitud
5. Dilatación del tiempo
6. Adición relativista de velocidades
7. Sucesos propios e impropios

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Tercera Parte: Dinámica relativista

Introducción

1. Masa relativista
2. Leyes de conservación
3. Fenómenos de colisión

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Capítulo 5. Oscilaciones de sistemas con un grado de libertad

Introducción

Clasificación de las oscilaciones

Primera Parte: Oscilaciones libres

1. Movimiento armónico simple (MAS)
2. Energía en un MAS
3. Determinación de ω para un MAS
4. Potencia desarrollada en un MAS
5. Sistemas sencillos de oscilaciones simples
 - I. Muelle simple
 - II. Péndulo simple
 - III. Péndulo físico
 - IV. Objeto flotante
 - V. Líquido en tubo en U
 - VI. Torsión de hilos
 - VII. Muelle de aire
 - VIII. Asociación de muelles
 - IX. Asociación de hilos

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Apéndice: Oscilaciones armónicas en dos dimensiones

Segunda Parte: Oscilaciones amortiguadas

Introducción

Fenómenos de amortiguamiento

1. Oscilaciones amortiguadas
2. Movimiento subamortiguado
3. Movimiento amortiguado crítico
4. Movimiento sobreamortiguado
5. Parámetros del movimiento subamortiguado
6. Movimiento con amortiguamiento seco

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Tercera Parte: Oscilaciones forzadas

Introducción

1. Oscilaciones forzadas no amortiguadas
2. Resonancia
3. Régimen transitorio y permanente
4. Desfase respecto a la fuerza exterior
5. Potencia absorbida
6. Movimiento generado por fuerzas de inercia
7. Movimiento forzado amortiguado

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Capítulo 6. Oscilaciones de sistemas con varios grados de libertad

Introducción

Primera Parte: Sistema de dos masas y un muelle

1. Ecuaciones del movimiento
2. Movimiento del centro de masa
3. Movimiento relativo
4. Conclusiones

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Segunda Parte: Modos de vibración

Introducción

1. Metodología
2. Movimiento del sistema
3. Coordenadas normales
4. Movimiento forzado

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Capítulo 7. Vibraciones en sistemas continuos. Análisis de Fourier

Introducción

Primera Parte: Oscilaciones transversales

Introducción

1. Oscilaciones acopladas en una cuerda con masas
2. Límite continuo. Ecuación de ondas
3. Soluciones armónicas simples
4. Ondas estacionarias: cuerda con dos extremos fijos
5. Energía mecánica en una cuerda vibrante
6. Ejemplo adicional: cuerda con un extremo libre
7. Pulsos de forma constante

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Segunda Parte: Ondas de sonido

Introducción

1. Ondas sonoras
2. Modos normales. Ondas estacionarias

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Capítulo 8. Ondas progresivas

Introducción

1. Solución general de la ecuación de ondas
2. Soluciones armónicas simples
3. Velocidad de fase. Dispersión
4. Propagación de un grupo de ondas. Velocidad de grupo

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Caso práctico: Ondas de gravedad

Capítulo 9. Formulación lagrangiana

Introducción

1. Lagrangiano
2. Integral de acción S
3. Principio de mínima acción
4. Ecuaciones de Lagrange
5. Ecuaciones del movimiento
6. Evaluación de la energía cinética
7. Evaluación de la energía potencial
8. Fuerzas de ligadura
9. Metodología

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Apéndice: Formulación hamiltoniana

- A) Principio de mínima acción
- B) Teorema de E. Noether
- C) Formulación hamiltoniana