

• **LE EQUAZIONI DELLA MECCANICA**

- Equazioni di Newton. Forze posizionali e conservative. Condizioni necessarie e sufficienti affinché un sistema di forze sia conservativo. Grandezze conservate e integrali primi. Conservazione dell'energia meccanica.

• **ANALISI QUALITATIVA DEL MOTO E STABILITÀ**

- Equilibrio e stabilità. Linearizzazione attorno a un punto di equilibrio. Criteri di stabilità. Teorema di Ljapunov.
- Sistemi meccanici conservativi unidimensionali: costruzione delle traiettorie nello spazio delle fasi, soluzione per quadrature del moto, calcolo del periodo.
- Moti in campo centrale. Riduzione del problema a due corpi al problema a un corpo: moto del baricentro e moto relativo.
- Conservazione del momento angolare e super-integrabilità del moto. Il moto in coordinate polari sul piano ortogonale al momento angolare. Potenziale efficace per il moto radiale. Natura del moto complessivo per sistemi in campo centrale. L'equazione della traiettoria.
- Moto in campo gravitazionale: soluzione del problema dei due corpi, leggi di Keplero.

• **MECCANICA LAGRANGIANA**

- Introduzione al calcolo delle variazioni e alla meccanica Lagrangiana: lo spazio dei moti, lo spazio delle variazioni, nozione di stazionarietà e di minimo relativo per l'azione Lagrangiana. Equazioni di Eulero-Lagrange. Equivalenza tra le equazioni di Newton per sistemi meccanici conservativi e stazionarietà dell'azione.
- Il principio di minima azione. Invarianza del principio di stazionarietà dell'azione lagrangiana.
- Moti vincolati: la nozione di vincolo olonomo bilatero regolare e di sistemi di vincoli indipendenti. Il principio di D'Alembert.
- Sistemi di punti materiali sottoposti a sistemi di vincoli ideali. Il principio di stazionarietà dell'azione di lagrangiana (Energia cinetica – energia potenziale) per sistemi sottoposti a sistemi di vincoli ideali. Le equazioni di Eulero-Lagrange come le equazioni del moto sul vincolo.
- Conservazione dell'energia per Lagrangiane generali indipendenti dal tempo. Variabili cicliche. Il metodo di Routh.
- Il teorema di Nöther.

• **CAMBIAMENTI DI SISTEMI DI RIFERIMENTO E CORPO RIGIDO**

- Cambiamenti di sistemi di riferimento: leggi di trasformazione delle posizioni e delle velocità. Matrice di rotazione e vettore velocità angolare. Leggi di trasformazione delle forze. Forze fittizie: forze inerziali, di Coriolis e centrifuga.
- Corpo rigido: definizione. Sistema di riferimento solidale. Cinematica del corpo rigido: quantità di moto e momento angolare. La matrice d'inerzia: assi principali e momenti principali di inerzia. Energia cinetica del corpo rigido, teorema di König.

• MECCANICA HAMILTONIANA

- Introduzione al formalismo Hamiltoniano: trasformata di Legendre, funzione Hamiltoniana. Equazioni di Hamilton. Teorema di Liouville.
- Principio variazionale di Hamilton. Principio variazionale di Maupertuis.
- Matrici simplettiche. Trasformazioni canoniche (o simplettiche).
- Parentesi di Poisson. Relazioni di commutazione fondamentali.
- Funzioni generatrici.
- Equazione di Hamilton-Jacobi. Variabili azione-angolo. Integrabilità canonica.

Testi principali di riferimento:

- G. Gallavotti: *Meccanica Elementare*, ed. P. Boringhieri, Torino, 1986.
[Versione inglese: *The elements of mechanics*, Springer-Verlag, 1983, disponibile online su <http://ricerca.mat.uniroma3.it/ipparco/pagine/libri.html>]
- L.D. Landau, E.M. Lifshitz: *Meccanica*, Editori Riuniti, Roma, 1976.
- V.I. Arnold: *Metodi Matematici della Meccanica Classica*, Editori Riuniti, Roma, 1979.
- G. Gentile: *Introduzione ai Sistemi Dinamici: 1 e 2*, disponibile online su <http://www.mat.uniroma3.it/users/gentile/2014-2015/FM410/testo.html>