

Programma del corso di "Fisica non lineare"

1. Introduzione alla Fenomenologia dei sistemi non-lineari.

- a. Caratteristiche generali della dinamica di sistemi descritti da equazioni non-lineari. Esempi di sistemi non-lineari nella fisica classica. Esempi di modelli evolutivi per le scienze biologiche e sociali. Il modello di Lotka-Volterra. L'equazione di Malthus e l'equazione logistica. L'equazione di Fisher-Kolmogorov. Equazioni non lineari nella teoria dei campi.
- b. Semplicità e complessità nella dinamica delle mappe unidimensionali. Comportamento caotico della mappa "a tenda". La mappa logistica e la cascata di biforcazioni. Aspetti generali del comportamento caotico. Differenza tra sistemi deterministici e sistemi stocastici.
- c. Spazio delle fasi e ritratti di fase in meccanica classica. Oscillatori non-lineari. Teoria delle perturbazioni per l'oscillatore non smorzato con termini di energia non armonici.

2. Elementi introduttivi della teoria dei sistemi dinamici.

- a. Generalità sui sistemi dinamici con numero finito di gradi di libertà. Caratteristiche generali dei ritratti di fase. Nozioni di punto fisso, varietà invariante, attrattore. Attrattori strani e dimensione frattale. L'equazione di Frobenius-Perron. Sistemi conservativi e dissipativi. Generalizzazione del teorema di Liouville. Moti caotici ed esponenti di Liapunov.
- b. Cenni di teoria della stabilità. Criteri di stabilità per sistemi con numero finito di gradi di libertà. Classificazione dei ritratti di fase dei sistemi unidimensionali e bidimensionali. Esempi di applicazione della teoria della stabilità. Comportamento non lineare intorno ai punti fissi. Sviluppo a scale multiple per lo studio della biforcazione transcritica. Altri tipi di biforcazione: a "diapason", del punto limite, di Hopf.

3. Sistemi dissipativi estesi nello spazio: Le equazioni della fluidodinamica. L'instabilità di Rayleigh-Bènard.

- a. Descrizione continua dei sistemi fluidi. Variabili conservate ed equazioni di bilancio. Equazioni di continuità e di Eulero. I tensori della quantità di moto e degli sforzi. Le equazioni di Navier-Stokes. Equazione di bilancio per l'energia e equazione generale del calore. Descrizione qualitativa della convezione termica e dell'instabilità di Rayleigh-Bènard. L'approssimazione di Boussinesq. Linearizzazione delle equazioni di Boussinesq. Analisi di stabilità lineare per il problema di Bènard. Valutazione del punto critico nel caso di condizioni al contorno libere.

Testi consigliati:

-Dispense del docente.

-G. Nicolis, "Introduction to Non Linear Science", Cambridge University Press.

- L.Landau, L.Lifschitz, volume 10 del corso di fisica teorica