

## Programma del corso di “Meccanica Statistica Avanzata”.

### Parte I: comportamento critico nei sistemi in equilibrio

#### Risultati esatti

Trasformazioni di dualità e punto critico per il modello di Ising in  $D=2$ . Il metodo della matrice di trasferimento. Soluzione del modello di Ising in  $D=1$ . Soluzione del modello di Ising in  $D=2$  in termini di cammini aleatori. Esercizi.

#### Gruppo di rinormalizzazione e fenomeni critici

Trasformazioni di scala. Simmetria di scala dell'energia libera. Il metodo del gruppo di rinormalizzazione. Esempi di calcolo degli esponenti critici in modelli su reticolo.

#### Fenomeni critici in teoria dei campi

Teoria di campo medio ed approccio di Landau-Ginzburg. Approssimazione gaussiana. Il punto fisso gaussiano. Il modello  $\varphi^4$ . Sviluppo perturbativo e diagrammi di Feynman.  $\epsilon$ -expansion.

#### Altre applicazioni della teoria dello scaling

Polimeri lineari. L'argomento di Fleury per l'interazione di volume-escluso. Limite di de Gennes  $n \rightarrow 0$  per il modello di spin con simmetria  $O(n)$  e polimeri autoevitantesi.

### Parte II: Introduzione alla meccanica statistica dei sistemi non in equilibrio.

#### A. Processi di non equilibrio: descrizione matematica e modelli di base

Processi stocastici markoviani. Equazione di Chapman-Kolmogorov. Equazione di Fokker-Planck. Catene di Markov. Metodo Monte Carlo. Esempi di catene di Markov. Il problema di Ehrenfest.

Moto browniano. L'equazione di diffusione e la relazione di Einstein. Equazione di Langevin. Sviluppo di Kramers-Moyal. Equazione di Kramers. Interpretazioni di Ito e Stratonovich degli integrali stocastici.

#### B. Elementi di termodinamica dei sistemi non in equilibrio.

Descrizione continua dei sistemi fluidi. Variabili conservate ed equazioni di bilancio. Equazioni di continuità e di Eulero. Le equazioni di Navier-Stokes. Equazione di bilancio per l'energia e equazione generale del calore. Formulazione locale del secondo principio della termodinamica e della produzione di entropia.

Funzioni di risposta e dissipazione. Relazioni fenomenologiche. Teorema di Onsager. Il principio di Curie. La funzione di risposta complessa.

### C. Meccanica statistica di non equilibrio.

Origine del rumore e dei termini di memoria nell'equazione di Langevin. Moto browniano generalizzato. Approssimazione gaussiana. Rallentamento critico e teoria di van Hove.

Inversione temporale. Funzione di correlazione dinamica. Funzione di risposta e suscettività lineare. Teorema di fluttuazioni-dissipazione. Principio di regressione di Onsager. Relazioni di reciprocità.

#### Testi consigliati:

R. Kubo, M. Toda, N. Hashitsume, *Statistical Physics*, Springer.

L. Peliti *Appunti di meccanica statistica*, Boringhieri.

R. Zwanzig, *Non equilibrium Statistical Mechanics*, Oxford University Press.

L.E. Reichl, *A Modern Course in Statistical Mechanics*, Edward Arnold Publishers.

S.R de Groot and P. Mazur *Non-equilibrium thermodynamics*, Dover.