

Programma del corso di "Meccanica Statistica"

1. Meccanica statistica classica.

- a. Stati microscopici e macroscopici. Postulato fondamentale della meccanica statistica. Ruolo del carattere estensivo delle grandezze fisiche. Derivazione della termodinamica. Gas ideale classico. Entropia di mescolamento, paradosso di Gibbs e corretta enumerazione degli stati microscopici. Distribuzione di probabilità microcanonica. Traiettorie nello spazio delle fasi, medie temporali e medie di fase, teoria ergodica.
- b. Distribuzione di probabilità canonica. Derivazione della termodinamica. Fluttuazioni dell'energia. Relazione di fluttuazione-dissipazione. Ensemble generalizzati. L'insieme P-T. Il gas di sfere dure. Distribuzione di probabilità gran-canonica. Derivazione della termodinamica. Fluttuazioni dell'energia e del numero di particelle. Principio variazionale di Gibbs. Teorema di equipartizione dell'energia e teorema del viriale.
- c. La statistica del paramagnetismo: modelli di Langevin e Brillouin. Legge di Curie. Temperature negative. Viriale di un sistema di particelle classiche. Funzione di distribuzione di coppia. Sviluppo a cluster per un gas classico. Sviluppo del viriale dell'equazione di stato.

2. Meccanica Statistica quantistica.

- a. Caratteristiche generali di sistemi quantistici con un grande numero di particelle. Operatore statistico e matrice densità. Stati puri e miscele. Equazione di Liouville-von Neumann e sue soluzioni stazionarie. Postulato delle fasi random. Distribuzioni di probabilità microcanonica, canonica e gran-canonica. Gas ideali nel formalismo gran-canonico.
- b. Termodinamica del gas di fermioni non-interagenti. Sviluppo dell'equazione di stato a bassa e alta temperatura. Comportamento magnetico del gas di fermioni non-interagenti. Paramagnetismo di Pauli e diamagnetismo di Landau. Termodinamica del gas di bosoni non-interagenti. Condensazione di Bose-Einstein.

3. Transizione di fase e fenomeni critici.

- a. Osservazioni generali sul problema della condensazione. Risultati di van Hove, Lee e Yang. Coesistenza liquido-gas e punto critico. Equazione di van der Waals. Singolarità ed esponenti critici. Funzione di correlazione. Miscele binarie e gas reticolare. Il modello di Ising. Simmetrie, rottura della simmetria e parametro d'ordine. Argomento di Peierls per la transizione di fase nel modello di Ising in $D=2$. Dualità.
- b. Teoria di campo medio per il modello di Ising. Principio variazionale. Teoria di Landau per le transizioni di fase. Criterio di Ginzburg. L'ipotesi di scaling per le funzioni termodinamiche. Universalità nel comportamento critico. Leggi di scala.

Testi consigliati:

- L. Peliti, "Appunti di meccanica statistica", Boringhieri.
- Appunti del docente
- R.K. Pathria, "Statistical Mechanics", Butterworth & Heinemann
- K. Huang, "Statistical Mechanics", Wiley