UNIVERSITÀ DI PISA

STATISTICAL PHYSICS / FISICA STATISTICA

DAVIDE ROSSINI

Academic year	2023/24
Course	FISICA
Code	207BB
Credits	9

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
FISICA STATISTICA	FIS/02	LEZIONI	54	DAVIDE ROSSINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Al termine del corso, lo studente dovrà maturare una adeguata conoscenza degli aspetti fondamentali della fisica statistica classica e quantistica, che riguardano in particolare:
- la descrizione del gas ideale classico e quantistico, con applicazioni a problemi di materia condensata;
- la teoria delle transizioni di fasi continue secondo il paradigma di Ginzburg-Landau;
- i sistemi a molti corpi interagenti (classici e quantistici) e alcuni metodi standard per la loro trattazione.

Modalità di verifica delle conoscenze

Prova orale alla lavagna.
Durante l'esame lo studente dovrà dimostrare di conoscere il materiale svolto durante il corso. Inoltre dovrà dimostrare una capacità di utiilzzare le nozioni teoriche imparate, mediante discussione guidata di semplici esercizi alla lavagna.

Indicazioni metodologiche

Modalità di erogazione: Lezioni frontali.
Attività di apprendimento: lezioni, partecipazioni a discussioni, esercizi.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Richiami di termodinamica e meccanica statistica classica: leggi della termodinamica, potenziali termodinamici, limite termodinamico, enembles e medie di ensemble, teorema di Liouville. Ensemble statistici di equilibrio e loro equivalenza.
Metodi approssimati per sistemi interagenti: approssimazione di campo medio, derivazione dell'equazione di van der Waals, espansioni in cluster e cumulanti, espansione del viriale, equazioni di Born-Green.
Transizioni di fase e fenomeni critici: termodinamica delle transizioni di fase, classificazione di Ehrenfest, teoremi di Lee-Yang. Teoria di Ginzburg-Landau per le transizioni di fase continue, rottura spontanea di simmetria, magnetizzazione, funzioni di correlazione e fluttuazioni.
Sistemi magnetici: modello di Ising, trasformazione di Hubbard-Stratonovich e mapping in teoria di campo nel continuo, disaccoppiamento di campo medio e soluzione di Weiss. Argomento di Peierls e assenza di una transizione di fase in una dimensione, formalismo delle matrici di trasferimento.
Teoria del gruppo di rinormalizzazione (cenni): leggi di scala, trasformazione di Kadanoff, punti fissi e punti critici, campi di scaling. Flusso di rinormalizzazione del modello di Ising in 1D.
Meccanica statistica quantistica - principi: gas di Bose ideale (gas di fotoni e di fononi, condensazione di Bose-Einstein, distribuzione di Bose-Einstein); gas di Fermi ideale (espansione di Sommerfeld, distribuzione di Fermi-Dirac, energia di Fermi, paramagnetismo di Pauli, diamagnetismo di Landau).
Sistemi quantistici interagenti: formalismo di seconda quantizzazione; gas di Bose debolmente interagente (trasformazione di Bogoliubov, quasiparticelle e eccitazioni elementari, healing length); sistemi fermionici (metalli e isolanti di banda, metodo di tight-binding, isolanti di Mott).
Sistemi di spin quantistici: catena di Ising quantistica, trasformazione di Jordan-Wigner e spettro esatto, quasiparticelle, transizione di fase quantistica.
Dinamica di sistemi quantistici interagenti (cenni): quench quantistici, termalizzazione, meccanismo di Kibble-Zurek.

Bibliografia e materiale didattico

In generale il corso non segue un libro di testo specifico. Suggerisco piuttosto alcune letture e lo studio degli appunti/slides delle mie lezioni. Di seguito riporto un elenco di libri di testo che possono essere utili, tra cui alcuni che riguardano argomenti più specifici (da dove è stata distillata parte del materiale presentato durante il corso).
Libri di base:
- K. Huang, “Statistical Mechanics, 2nd edition”, (John Wiley & Sons, 1987);

- M. Kardar, “Statistical Physics of Particles”, (Cambridge Univ. Press, 2007);
- R. K. Pathria, “Statistical Mechanics, 2nd edition”, (Butterworth Heinemann, 1996).

Libri su argomenti più avanzati:

- A. Altland and B. Simons, “Condensed Matter Field Theory, 2nd edition”, (Cambridge University Press, 2010);
- S. Sachdev, “Quantum Phase Transitions, 2nd edition”, (Cambridge Univ. Press, 2011);
- L. Pitaevskii and S. Stringari, “Bose-Einstein Condensation”, (Clarendon Press, 2003).

Indicazioni per non frequentanti

La frequentazione è fortemente consigliata.

Modalità d'esame

Esame orale.

Ultimo aggiornamento 31/07/2023 15:16