



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

DIPARTIMENTO DI FISICA ED ASTRONOMIA

Corso di laurea magistrale in Fisica

Anno accademico 2018/2019 - 2° anno - Curriculum THEORETICAL  
PHYSICS

---

## MANY-BODY THEORY

FIS/03 - 6 CFU - 1° semestre

**Docente titolare dell'insegnamento**

**GIUSEPPE GIOACCHINO NEIL ANGILELLA**

**Email:** giuseppe.angilella@ct.infn.it

**Edificio / Indirizzo:** Dipartimento di Fisica e Astronomia, Stanza 233, Cittadella Universitaria (Via S. Sofia, 64)

**Telefono:** 095 378 5305

**Orario ricevimento:** Lunedì e Mercoledì 8:00-10:00. È gradito un e-mail di pre-avviso. Possibile anche il ricevimento in altri giorni e orari, da concordare per e-mail.

---

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso fornisce concetti e tecniche relativi a sistemi di molte particelle a bassa energia, cioè al limite non-relativistico. Vengono trattati con maggiore dettaglio alcuni modelli di interesse per la fisica della materia condensata e dello stato solido.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali in aula.

### PREREQUISITI RICHIESTI

Il corso richiede conoscenze di meccanica quantistica di base, analisi complessa, termodinamica, meccanica statistica, struttura della materia.

---

### FREQUENZA LEZIONI

Fortemente consigliata.

---

### CONTENUTI DEL CORSO

**Seconda quantizzazione.** Particelle identiche. Bosoni e fermioni. Spazio di Fock. Operatori di creazione e annichilazione. Operatori di campo. Esempi: energia cinetica, spin, densità, corrente, interazione Coulombiana. Oscillatore armonico e campo elettromagnetico in seconda quantizzazione: fotoni. Gas

elettronico degenerare. Fononi. Interazione elettrone-fonone.

**Funzioni di Green a temperatura nulla.** Dipendenza dal tempo: rappresentazioni di Schrödinger, Heisenberg e di interazione. Ordinamento temporale. Teorema di Gell-Mann--Low. Significato fisico della funzione di Green. Funzioni di Green per fermioni a  $T=0$ . Particelle e buche. Rappresentazione di Lehmann. Funzioni di Green ritardate e avanzate. Causalità e relazioni di dispersione. Teorema di Wick.

**Teoria delle perturbazioni.** Interazione a due corpi. Diagrammi di Feynman. Teorema di Goldstone. Self-energia. Equazione di Dyson. Approssimazione di Hartree e di Hartree-Fock. Rinormalizzazione: concetto di quasiparticella. Basi microscopiche della teoria di Landau dei liquidi di Fermi. Polarizzazione e funzione di correlazione densità-densità. Random Phase Approximation.

**Teoria della risposta lineare.** Formule di Kubo e correlazioni. Impurezza isolata in un gas elettronico degenerare: effetto schermo. Funzione dielettrica e funzione di Lindhard. Oscillazioni di Friedel. Plasmoni. Plasmoni in sistemi a ridotta dimensionalità.

---

## TESTI DI RIFERIMENTO

A. L. Fetter, J. D. Walecka, *Quantum Theory of Many-Particle Systems*, Dover (2003).

H. Bruus, K. Flensberg, *Many-body quantum theory in condensed matter physics*, Oxford University Press (2004).

A. A. Abrikosov, L. P. Gorkov, I. E. Dzyaloshinski, *Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics*, Dover (1975).

Ch. P. Enz, *Many-Body Theory Applied to Solid-State Theory*, World Scientific (1998).

G. D. Mahan, *Many-Particle Physics*, Plenum Press (1990).

J. W. Negele, H. Orland, *Quantum Many-Particle Systems*, Addison-Wesley (1988).

N. H. March, W. H. Young, S. Sampanthar, *The Many-Body Problem in Quantum Mechanics*, Dover (1995).

## ALTRO MATERIALE DIDATTICO

Non è disponibile materiale didattico ulteriore rispetto a quanto contenuto nei libri di testo consigliati.

---

## PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

### Argomenti

### Riferimenti testi

---

1 Tutti gli argomenti elencati nel programma, al quale si rimanda.

---

---

## VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Prova orale, su argomento inerente al corso e di interesse per lo studente (ad es., per l'attività di tesi magistrale), da concordare preventivamente col docente.

**ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI**

Si rimanda al programma ed alle modalità d'esame.

---