



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## METODI NUMERICI PER LA FISICA

**CLAUDIO BONATI**

Anno accademico	2023/24
CdS	FISICA
Codice	326BB
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
METODI NUMERICI PER LA FISICA	FIS/01	LEZIONI	72	CLAUDIO BONATI FRANCESCO CALIFANO ANGELO DI GARBO RICCARDO MANNELLA DAVIDE ROSSINI VALENTINA TOZZINI Alberto Arturo Vergani

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Ci si aspetta che gli studenti acquisiscano conoscenze teoriche e pratiche riguardo a:

- metodi Monte-Carlo e loro applicazione allo studio di sistemi statistici e quantistici;
- tecniche numeriche di diagonalizzazione esatta, tecniche DMRG e network tensoriali
- metodi numerici di risoluzione delle equazioni differenziali alle derivate parziali
- algoritmi di dinamica molecolare

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Gli studenti devono essere in grado di portare avanti in modo autonomo 3 progetti (per la versione da 9 CFU, 2 per la versione da 6 CFU) di fisica computazionale scelti fra quelli proposti all'interno del corso, ed essere in grado di discuterne gli aspetti teorici e pratici.

#### *Capacità*

Ci si aspetta che gli studenti acquisiscano la capacità di lavorare in modo autonomo ad un progetto di fisica computazionale: scrivere e/o modificare codici numerici, applicarli al problema di interesse e condurre l'analisi dei risultati in modo critico.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Gli studenti devono essere in grado di portare avanti in modo autonomo 3 progetti (per la versione da 9 CFU, 2 per la versione da 6 CFU) di fisica computazionale scelti fra quelli proposti all'interno del corso, ed essere in grado di discuterne gli aspetti teorici e pratici.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Meccanica classica e quantistica, nozioni basilari sulle equazioni differenziali, elementi di programmazione.

#### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni teoriche frontali integrate con sessioni di laboratorio numerico.

#### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

Algoritmi generali comuni a tutti i moduli: Monte-Carlo e numeri casuali, calcolo di radici e integrazione delle equazioni differenziali ordinarie.

- 1) Introduzione al Markov Chain Monte-Carlo con applicazioni in meccanica statistica (Bonati).
- 2) Metodi di diagonalizzazione esatta per sistemi a molti corpi quantistici su reticolo (Rossini).
- 3) Applicazione di metodi Monte-Carlo allo studio del path-integral in meccanica quantistica (Bonati).
- 4) Equazioni alle derivate parziali (Califano, Mannella).
- 5) Density matrix renormalization group e networks tensoriali (Rossini).
- 6) Simulazione del path-integral per teorie quantistiche di campo (Bonati).
- 7) Calcoli da principi primi (Tozzini).
- 8) Metodi della fisica nonlineare e delle neuroscienze (di Garbo, Vergani).
- 9) Dinamica molecolare classica (Tozzini).



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Bibliografia e materiale didattico

Bibliografia specifica sarà fornita per ognuno dei moduli.

### Modalità d'esame

Gli studenti svolgeranno 3 progetti numerici (per la versione da 9 CFU, 2 per la versione da 6 CFU) fra quelli proposti, preparando una relazione per ciascuno che verrà discussa nella prova orale finale.

### Pagina web del corso

<https://elearning.df.unipi.it/course/view.php?id=334>

*Ultimo aggiornamento 27/07/2023 15:06*