UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Computational Physics Laboratory

2425-3-E3001Q066

Obiettivi

Apprendere le basi del calcolo scientifico numerico e dello studio di problemi di interesse per la Fisica con il computer.

Contenuti sintetici

Introduzione e concetti base della programmazione al computer. Metodi per la soluzione numerica di integrali, equazione differenziali ordinarie, sistemi lineari di equazioni e loro applicazioni, inclusa un'introduzione ai metodi Monte Carlo.

Programma esteso

Introduzione e concetti base

- Rappresentazione dei numeri su un computer, aritmetica floating-point ed errori di round-off
- Propagazione degli errori, Condition Numbers, e stabilità

Interpolazione/Ottimizzazione

- Interpolazione tramite polinomi, (opzionale) interpolazione con funzioni razionali
- (opzionale) Interpolazione con funzioni trigonometriche: Fast Fourier Transform

Integrazione numerica

- La formula di integrazione di Newton e Cotes: regola dei trapezi, metodo di Simpson, Composite methods etc..
- Metodi di integrazione Gaussiana. Analisi degli errori
- Applicazione ad integrali semplici

Sistemi di equazioni lineari

- Teniche e algoritmi per la soluzione di sistemi lineari
- Data Fitting: problema lineare dei minimi quadrati e l'equazione normale

Ricerca degli zeri e punti di minimo tramite metodi iterativi

- Sviluppo dei metodi iterativi e studio della loro convergenza
- Metodi e algoritmi: bisezione, Newton-Raphson, etc.
- Applicazioni: Radici di polinomi, (opzionale) sistemi non lineari dei minimi quadrati

Problema degli autovalori

- Introduzione e nozione sugli autovalori
- Metodi per la determinazione degli autovalori e autovettori di una matrice
- (opzionale) calcolo dei valori singolari di una matrice e decomposizione ai valori singolari

Equazioni differenziali ordinarie

- Alcuni teoremi sulla teoria delle equazioni differenziali ordinarie
- Tecniche per la soluzione numerica di un'equazione differenziale: metodo di Eulero, Runge-Kutta, (opzionale) integratori simplettici
- Applicazione: dinamica classica, equazione di Schroedinger etc.

Metodi Monte Carlo

- Basi del metodo Monte Carlo. Generatori di numeri random
- Importance sampling. Algoritmo di Metropolis-Hastings
- Applicazioni a integrali semplici

Prerequisiti

Insegnamenti degli anni precedenti. Non sono richiesti prerequisiti particolari a livello di programmazione oltre alla conoscenza dei concetti base del linguaggio C: struttura di un codice, definizione di una variabile, di un array, di una funzione e di un ciclo.

Modalità didattica

L'attività si svolge esclusivamente in presenza nel laboratorio di informatica "Marco Comi" (aula 2026, piano 2, edificio U2). Le tecniche numeriche per la soluzione degli esercizi vengono presentate in alcune lezioni teoriche; ogni studente esegue in modo individuale le esercitazioni sotto la supervisione e con il supporto del docente.

Materiale didattico

Verranno caricate le note dei docenti sulla pagina del corso.

In aggiunta, si consiglia la consultazione dei seguenti volumi:

Titolo: Numerical Recipes
Autori: William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery
Editore: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

Titolo: Introduction to Numerical Analysis 3rd Edizione
Autori: J. Stoer, R. Bulirsch
Editore: Springer

Titolo: Numerical Methods in Scientific Computing: Volume 1 & 2
Autori: Germund Dahlquist, Åke Björck
Editore: Society for Industrial and Applied Mathematics

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Il primo turno del corso si terrà durante il primo semestre (con docenti il Prof. Mattia Bruno ed il Dott. Marco Ce'), mentre il secondo turno durante il secondo semestre (con docente il Prof. Mattia Dalla Brida). Gli studenti verranno divisi dai docenti sui due turni.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

1. Nel laboratorio lo studente deve risolvere numericamente una serie di problemi scrivendone il corrispondente codice.
2. Ogni studente raccoglie i risultati ottenuti e lo studio effettuato in una relazione che deve essere inviata in formato pdf per email al docente almeno due settimane prima dell'orale, insieme ai codici e ai risultati.
3. Esame orale che consiste nella discussione della relazione e delle soluzioni agli esercizi

La valutazione finale tiene conto dell'esame orale, dell'attivita' di laboratorio e del report finale. Se lo desiderano, gli studenti (Erasmus) possono sostenere l'esame in lingua inglese (sia la parte orale che la relazione scritta).

Gli studenti che seguiranno il corso durante il primo semestre verranno valutati dai docenti corrispondenti, il Prof. Mattia Bruno ed il Dott. Marco Ce', mentre quelli che lo seguiranno nel secondo semestre verranno valutati dal Prof. Mattia Dalla Brida.

Orario di ricevimento

Per gli studenti del primo semestre, su appuntamento, scrivendo un'e-mail ai docenti del corso: *mattia.bruno@unimib.it* e *marco.ce@unimib.it*

Per quanto riguarda gli studenti del secondo semestre, sempre su appuntamento, scrivendo un'e-mail al docente del corso: *mattia.dallabrida@unimib.it*

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ