



# UNIVERSITÀ DI PISA

## CALCOLO NUMERICO

---

**CECILIA MAGHERINI**

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Anno accademico | 2017/18            |
| CdS             | INGEGNERIA CHIMICA |
| Codice          | 520AA              |
| CFU             | 6                  |

|                  |           |         |     |                   |
|------------------|-----------|---------|-----|-------------------|
| Moduli           | Settore/i | Tipo    | Ore | Docente/i         |
| CALCOLO NUMERICO | MAT/08    | LEZIONI | 60  | CECILIA MAGHERINI |

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

Gli obiettivi del corso sono i seguenti:

1. fornire conoscenze riguardanti i metodi numerici di base e la analisi delle loro principali proprietà;
2. sviluppare la capacità dello studente all'utilizzo corretto e consapevole ed alla implementazione su calcolatore degli strumenti matematici introdotti.

Questo in vista del loro impiego nello studio, nell'analisi e nell'approfondimento dei fenomeni fisici e chimici e nella risoluzione dei problemi dell'Ingegneria.

#### Modalità di verifica delle conoscenze

Durante la prova orale lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito conoscenze sui contenuti del corso utilizzando terminologia appropriata. Si richiede inoltre di dimostrare capacità riguardanti l'effettivo utilizzo dei metodi numerici presentati.

#### Capacità

Al termine del corso lo studente avrà acquisito capacità riguardanti la scelta ed il corretto utilizzo di un metodo numerico.

#### Modalità di verifica delle capacità

Prova orale con discussione di un elaborato preparato dallo studente.

#### Comportamenti

Lo studente potrà acquisire sensibilità riguardanti la scelta di un metodo numerico e la analisi della accuratezza e della affidabilità delle approssimazioni da esso fornite.

#### Modalità di verifica dei comportamenti

Prova orale con discussione di un elaborato preparato dallo studente.

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

E' necessaria la conoscenza delle nozioni fondamentali fornite durante corsi standard di Analisi Matematica I ed Algebra Lineare.

#### Indicazioni metodologiche

Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio informatico.

#### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso fornisce conoscenze riguardanti i seguenti argomenti:

1. ANALISI DELL'ERRORE: errore assoluto ed errore relativo. Tipologie di errore. Numeri di macchina. Rappresentazione mediante troncamento ed arrotondamento. Precisione di macchina. *Overflow* ed *underflow*. Aritmetica finita. Condizionamento di un problema. Condizionamento delle quattro operazioni algebriche fondamentali;
2. APPROSSIMAZIONE DI ZERI DI FUNZIONE: Il metodo di bisezione, criteri di arresto, condizionamento del problema ed ordine di convergenza. Il metodo di Newton: convergenza locale ed ordine di convergenza quadratico per radici semplici. Il caso di radici



## UNIVERSITÀ DI PISA

- multiple: convergenza lineare e ripristino dell'ordine quadratico per il caso di molteplicità esatta nota a priori. Metodi quasi-Newton;
3. RISOLUZIONE DI SISTEMI LINEARI E NON LINEARI: Casi semplici. Fattorizzazione LU: esistenza, unicità e costo computazionale. Matrici a diagonale dominante e simmetriche definite positive. *Pivoting*. Condizionamento del problema. Metodi iterativi di base. Sistemi lineari sovradeterminati: soluzione nel senso dei minimi quadrati, metodo delle equazioni normali e metodo basato sulla fattorizzazione QR. Il metodo di Newton per sistemi di equazioni non lineari;
  4. APPROSSIMAZIONE DI FUNZIONI: Interpolazione polinomiale: esistenza ed unicità del polinomio interpolante. Forma di Lagrange. Analisi dell'errore. Il metodo dei minimi quadrati nel discreto;
  5. INTEGRAZIONE NUMERICA: Formule di quadratura di tipo interpolatorio. Formule di Newton-Cotes: i metodi dei trapezi e di Simpson semplici. Analisi del corrispondente errore. Grado di precisione di una formula di quadratura e formule gaussiane (cenni). Analisi del condizionamento di un integrale definito e di una formula di quadratura. Metodi dei trapezi e di Simpson composti e relativa analisi dell'errore;
  6. METODI NUMERICI PER EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE: Metodi ad un passo. Errore locale di troncamento ed ordine di accuratezza. Analisi di convergenza. I metodi di Eulero esplicito, implicito e dei trapezi. Metodi Runge-Kutta: tavola di Butcher, metodi espliciti, impliciti e semi-impliciti. Analisi lineare di assoluta stabilità. Metodi A-stabili, perfettamente A-stabili ed A(alfa)-stabili. Equazioni *Stiff*.  
Metodi lineari a più passi. Errore locale di troncamento, consistenza ed ordine di convergenza. 0-stabilità. Teorema di convergenza e prima barriera di Dahlquist. Analisi lineare di assoluta stabilità e seconda barriera di Dahlquist. Metodi di predizione e correzione.

Il corso include inoltre attività di laboratorio finalizzata alla acquisizione delle principali nozioni riguardanti la implementazione su calcolatore elettronico dei metodi numerici presentati durante le ore di lezione frontale.

### Bibliografia e materiale didattico

Testi consigliati:

1. L. Brugnano, C. Magherini, A. Sestini. Calcolo Numerico: terza edizione. Masterbooks, Firenze, 2014
2. P. Ghelardoni, G. Gheri, P. Marzulli. Elementi di calcolo numerico (dispense disponibili in rete)

### Indicazioni per non frequentanti

Non sussiste alcuna variazione per studenti non frequentanti.

### Modalità d'esame

Prova orale con

1. discussione di un elaborato preparato dallo studente;
2. verifica che lo studente abbia acquisito conoscenze sufficienti in merito ai contenuti del corso.

Ultimo aggiornamento 29/08/2017 18:13