

CORSO DI STUDIO	LAUREA MAGISTRALE IN MATEMATICA (LM-40)
ANNO ACCADEMICO	2023-2024
INSEGNAMENTO	ANALISI NUMERICA

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	Secondo
Periodo di erogazione	Primo semestre (25 settembre 2023 – 22 dicembre 2023)
Crediti formativi universitari (CFU)	7
Settore scientifico disciplinare (SSD)	MAT/08 – Analisi Numerica
Lingua di erogazione	Italiano
Modalità di frequenza	Facoltativa

Docenti	
Nome e cognome	Roberto Garrappa
Indirizzo mail	roberto.garrappa@uniba.it
Telefono	+39 080 544 2685
Sede	Dipartimento di Matematica, stanza 7 terzo piano
Sede virtuale	
Pagina web	https://www.dm.uniba.it/it/members/garrappa
Ricevimento	Martedì ore 15:00-16:30 e su appuntamento, da concordare per e-mail

Organizzazione della didattica				
	Totali	Didattica frontale	Pratica (esercitazioni)	Studio individuale
Ore	175	48	15	112
CFU	7	6	1	

Obiettivi formativi	
	Acquisizione degli strumenti e delle tecniche più avanzate per la risoluzione numerica di equazioni differenziali di tipo ordinario ed alle derivate parziali e problemi connessi.

Prerequisiti	
	Conoscenza di Calcolo Numerico acquisite mediante i due corsi della laurea triennale e capacità di programmazione in Matlab.

Syllabus	
Contenuti dell'insegnamento (Programma)	<p>1. Soluzione numerica di equazioni differenziali ai valori iniziali. Metodi multi-step: consistenza, convergenza e 0-stabilità; condizioni sulle radici; assoluta stabilità. Metodi di tipo Adams e BDF: costruzione, proprietà ed aspetti di implementazione. Metodi predittore-correttore.</p> <p>2. Soluzione di equazioni differenziali alle derivate parziali. Equazioni di Poisson e di Laplace. Metodi alle differenze finite: stencil a 5 e 9 punti. Ordinamento delle variabili. Condizioni al contorno di Dirichlet e Neumann. Consistenza e convergenza, limitatezza in norma della inversa della matrice di discretizzazione e suo malcondizionamento. Problemi di evoluzione. Equazioni di diffusione: schema esplicito e studio della stabilità; il metodo delle linee; consistenza, stabilità e convergenza. Metodo di Crank-Nicolson.</p>



	<p>Equazioni del trasporto: generalità e soluzione teorica; problemi di stabilità con differenze in avanti. Il mid-point ed il metodo Leapfrog; il metodo Lax-Friederich; condizioni numeriche al contorno. Formulazione variazionale e metodi agli elementi finiti: aspetti teorici e di implementazione.</p> <p>3. Metodi per la risoluzione di sistemi di equazioni lineari di grosse dimensioni. Metodi di splitting e convergenza per problemi rinvenuti dalla discretizzazione di equazioni di Poisson. Metodi sul sottospazio di Krylov: generalità e teoria; algoritmo di Arnoldi ed algoritmo simmetrico di Lanczos; metodi FOM, MinRes, GMRes e GC. Implementazione e restart. Aspetti di convergenza.</p> <p>4. Implementazione di algoritmi in Matlab ed esperienze numeriche.</p>
Testi di riferimento	<ul style="list-style-type: none"> • J.D. Lambert, Numerical Methods for Ordinary Differential Systems: The Initial Value Problem, John Wiley & Sons, 1991 • E. Hairer, S.P. Norsett and G. Wanner, Solving ODEs I, Springer 2008 • Endre Suli and David Mayers, An introduction to Numerical Analysis, Cambridge 2003 • Randy LeVeque, Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady State and Time Dependent Problems. SIAM, 2007 • Yousef Saad, Iterative Methods for Sparse Linear Systems, SIAM, 2013
Note ai testi di riferimento	Sulla piattaforma didattica verranno indicati i capitoli di riferimento di ciascun testo.
Materiali didattici	

Risultati di apprendimento previsti (secondo i Descrittori di Dublino)	
DD1 Conoscenza e capacità di comprensione	Acquisizione dei concetti e delle tecniche di base dell'Analisi Numerica per la risoluzione di differenti problemi (per lo più di natura differenziale) e per studiarne le relative proprietà. Capacità di individuare i metodi più adatti in base alle caratteristiche matematiche e fisiche del problema da risolvere.
DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate	Capacità di sviluppare metodi numerici anche per problemi non affrontati durante il corso. Capacità di ottimizzare gli algoritmi in base alle risorse di calcolo disponibili. Capacità di effettuare test adeguati dei codici sviluppati e di interpretare correttamente i risultati ottenuti.
DD3-5 Competenze trasversali	<i>DD3 Autonomia di giudizio:</i> Capacità di individuare i metodi più adatti rispetto alle caratteristiche del problema
	<i>DD4 Abilità comunicative:</i> Capacità di descrivere il problema da risolvere e le tecniche utilizzate per la sua soluzione.
	<i>DD5 Capacità di apprendere:</i> Capacità di affrontare lo studio di problemi differenti da quelli introdotti durante il corso.

Metodi didattici	
	Lezioni frontali con esercitazioni in aula e/o laboratorio per l'implementazione e lo studio dei metodi numerici. Utilizzo della piattaforma didattica dipartimentale per la condivisione di contenuti

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame consiste in una prova orale nel corso della quale lo studente deve mostrare di avere compreso le modalità di sviluppo dei metodi numerici e le tecniche per lo studio delle proprietà. Allo studente viene inoltre richiesto di accompagnare lo studio teorico con esperienze numeriche al calcolatore che vengono discusse durante l'esame.

<p>Criteri di valutazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Conoscenza e capacità di comprensione</i>: padronanza nel comprendere il modo in cui si derivano le tecniche di base dell'Analisi Numerica e come se ne studiano le proprietà. • <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</i>: capacità di applicare i metodi studiati a problemi differenti da quelli trattati nel corso delle lezioni. • <i>Autonomia di giudizio</i>: capacità di valutare le performance dei metodi numerici. • <i>Abilità comunicative</i>: capacità di descrivere in modo corretto sia le modalità di derivazione dei metodi numerici che le loro proprietà oltre che presentare in modo incisivo le esperienze numeriche realizzate.
<p>Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p>Il voto è attribuito in trentesimi e l'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18. Nell'attribuzione del voto finale si terrà conto della padronanza degli argomenti studiati, della capacità di esporli correttamente, della correttezza delle esperienze numeriche realizzate e della capacità di interpretarne i risultati.</p>
<p>Ulteriori informazioni</p>	
	<p>La frequenza delle lezioni e delle esercitazioni al calcolatore è fortemente consigliata.</p>