

<b>Insegnamento di: Analisi Numerica</b>			
<b>Classe di laurea:</b> LM-40 – Matematica	<b>Corso di Laurea in:</b> Matematica	<b>Anno accademico:</b> 2020/2021	
<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> Numerical Analysis	<b>Tipo di insegnamento:</b> Obbligatorio/A scelta in dipendenza dell'orientamento	<b>Anno:</b>	<b>Semestre:</b> 1
<b>Tipo attività formativa:</b> Attività caratterizzante	<b>Ambito disciplinare:</b> Formazione Modellistico-Applicativa	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> MAT08	<b>CFU totali:</b> 7 di cui CFU lezioni: 6.5 CFU ese/lab/tutor:0.5

**Modalità di erogazione, ore di didattica assistita ed ore dedicate allo studio individuale**

ore di lezione: 52 ore di esercitazione/laboratorio/tutorato: 8

totale ore didattica assistita: 60

totale ore di studio individuale: 115

<b>Lingua di erogazione:</b> Italiano	<b>Obbligo di frequenza:</b> no		
<b>Docente:</b>  Roberto Garrappa  Francesca Mazzia	<b>Tel. e e-mail:</b>  080.5442685 roberto.garrappa@uniba.it  0805442702 francesca.mazzia@uniba.it	<b>Ricevimento studenti:</b>  Dip. Matematica Piano III, ufficio 7  Dip. Matematica Piano IV, ufficio 7	<b>Giorni e ore ricevimento:</b>  Mercoledì 15:00-17:00 (in altri giorni previo appuntamento)  Mercoledì 11:30-13:30 (in altri giorni previo appuntamento)

## **Conoscenze preliminari:**

Le conoscenze che in genere vengono acquisite negli anni di una laurea della classe L-35. In particolare: calcolo numerico, algebra lineare e programmazione.

**Obiettivi formativi:** Conoscenza dei metodi numerici per la risoluzione di equazioni differenziali e di sistemi di grandi dimensioni.

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>	<p><b>Conoscenza e capacità di comprensione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoscere le tecniche e i metodi per la programmazione numerica finalizzati alla risoluzione di problemi nell'ambito delle discipline matematiche ed affini, con particolare enfasi alla soluzione di equazioni differenziali e di sistemi lineari di grandi dimensioni.</li> <li>• Comprendere e saper illustrare le problematiche relative dell'uso del calcolatore per la risoluzione di equazioni differenziali e di sistemi lineari di grandi dimensioni.</li> </ul> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacità di risolvere equazioni differenziali mediante algoritmi ottimizzati dal punto di vista del costo computazionale e della stabilità.</li> <li>• Sviluppo delle capacità di programmare, documentare e testare algoritmi numerici, interpretandone correttamente i risultati.</li> <li>• Sviluppo delle capacità di risolvere problemi matematici usando problem solving environments.</li> </ul> <p><b>Autonomia di giudizio:</b> saper individuare il metodo numerico più idoneo per risolvere numericamente una equazione differenziale tra quelli trattati nel corso.</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> saper definire in modo rigoroso i problemi matematici trattati nel corso e saper esporre i relativi metodi numerici, delineandone le proprietà fondamentali.</p> <p><b>Capacità di apprendere:</b> capacità di studiare e risolvere problemi numerici simili ma non necessariamente uguali a quelli affrontati durante le lezioni.</p>
--	--

## **Programma del corso**

1. Soluzione di equazioni differenziali ai valori iniziali: Metodi multi-step; metodi di Adams. metodi BDF; metodi MEBDF; Consistenza, convergenza e 0-stabilità; condizioni sulle radici. Assoluta e relativa stabilità; A-stabilità; problemi stiff, stime dell'errore e tecniche di variazione della mesh. Soluzione di problemi test in R e/o Matlab.
2. Soluzione di equazioni differenziali con valori ai limiti: Dicotomia e Condizionamento; Metodi alle differenze finite per problemi del primo e secondo ordine; Metodi di collocazione; metodi Runge-Kutta mono-impliciti; metodi lineari multistep ai valori al contorno, deferred correction, tecniche di estrapolazione, stime dell'errore e tecniche di variazione della mesh. Soluzione di problemi test in R e/o Matlab.
3. 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. Equazioni del trasporto: generalità e soluzione teorica; problemi di stabilità con differenze in avanti. Il mid-point ed il metodo Leapfrog; il metodo Lax-Friederisch; condizioni numeriche al contorno. Analisi di Fourier e degli autovalori. Formulazione variazionale e metodo agli elementi finiti. Esercitazioni ed implementazioni in Matlab.
- 4 Metodi per la risoluzione di sistemi di equazioni lineari di grosse dimensioni. Metodi di splitting e convergenza per problemi rinvenienti 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.

**Metodi di insegnamento:** Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio.

**Supporti alla didattica:**

I libri di testo sono integrati con eventuali slide, dispense e/o appunti.

**Controllo dell'apprendimento e modalità d'esame:**

Lo studente deve comprendere e saper illustrare le problematiche relative dell'uso del calcolatore per la risoluzione dei problemi matematici analizzati durante il corso. Saper individuare il metodo numerico più idoneo per risolvere numericamente un problema matematico tra quelli trattati nel corso, conoscere le tecniche e i metodi per la programmazione numerica finalizzati alla sua risoluzione.

Saper definire in modo rigoroso i problemi matematici trattati nel corso e saper esporre i relativi metodi numerici, delineandone le proprietà fondamentali.

L'esame consiste in una prova orale che verterà su tutti gli argomenti svolti a lezione, inclusi le parti teoriche (definizioni, teoremi e dimostrazioni). L'esame prevede anche la discussione dei programmi, in ambiente Matlab e R, relativi agli algoritmi trattati a lezione.

**Testi di riferimento principali:**

R. LeVeque, Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady State and Time Dependent Problems. SIAM, 2007

Y. Saad, Iterative Methods for Sparse Linear Systems, SIAM, 2013

U.M. Ascher, Numerical methods for evolutionary differential equations, SIAM 2008

K. Soetaert, J. Cash, Jeff, F. Mazzia, Solving Differential Equations in R, Springer, 2012

U.M. Ascher, R.M. Mattheij and R.D. Russell, Numerical Solution of Boundary Value Problems for Ordinary Differential Equations, SIAM 1995,