Insegnamento di: Analisi Numerica

Classe di laurea: LM-40 – Matematica	**Corso di Laurea in:** Matematica	**Anno accademico:** 2017/2018	
Denominazione inglese insegnamento: Numerical Analysis	**Tipo di insegnamento:** Obbligatorio/A scelta in dipendenza dell'orientamento	**Anno:**	**Semestre:1**

Tipo attività formativa: Attività caratterizzante	**Ambito disciplinare:** Formazione Modellistico-Applicativa	**Settore scientifico-disciplinare:** MAT08	**CFU totali: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

Lingua di erogazione: Italiano	**Obbligo di frequenza:** no	

Docente:Francesca Mazzia	**Tel: 0805442702 e-mail: francesca.mazzia@uniba.it**	**Ricevimento studenti:** Dip. Matematica piano 4 , stanza 7	**Giorni e ore ricevimento:lunedi 11:30-13:30, mercoledi 11:30-13:30,** In altri giorni e orari previo appuntamento.

Conoscenze preliminari:
Le conoscenze che in genere vengono acquisite nei primi due 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.

Risultati di apprendimento previsti

Conoscenza e capacità di comprensione:
- 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 differenziale e di sistemi lineari di grandi dimensioni.
- Comprendere e saper illustrare le problematiche relative dell'uso del calcolatore per la risoluzione di equazioni differenziale e di sistemi lineari di grandi dimensioni

Conoscenza e capacità di comprensione applicate:
- Capacità di risolvere equazioni differenziali mediante algoritmi ottimizzati dal punto di vista del costo computazionale e della stabilità.
- Sviluppo delle capacità di programmare, documentare e testare algoritmi numerici, interpretandone correttamente i risultati.
- Sviluppo delle capacita' di risolvere problemi matematici usando problem solving enviroments.

Autonomia di giudizio:
Saper individuare il metodo numerico più idoneo per risolvere numericamente una equazione differenziale tra quelli trattati nel corso.

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

Capacità di apprendere:
Capacità di studiare e risolvere problemi numerici simili ma non necessariamente uguali a quelli affrontati durante le lezioni.

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 avvezione-diffusione (equazione del calore, equazione di avvezione, equazione di Laplace), metodi alle differenze finite, condizione CFL. Metodi di semidiscretizzazione e metodo delle linee. Staggered mesh e metodi ai volumi finiti. Condizioni al contorno. Metodo di Crank-Nicholson. Convergenza e stabilità per la semidiscretizzazione e per la discretizzazione totale. Analisi di Fourier e degli autovalori.
Formulazione variazionale e metodo agli elementi finiti per equazione test monodimensionale e bidimensionale. Soluzione di problemi test in R e/o Matlab.
4. Metodi per la risoluzione di sistemi di equazioni lineari sparsi:
Il metodo gradient descend, metodi su spazi di Krylov e il procedimento di tridiagonalizzazione di Lanczos. Teorema di Convergenza. Algoritmo ottimizzato di Lanczos, metodo dei gradienti coniugati e formulazione di Hestenes-Stiefeld. Metodo dei gradienti coniugati precondizionato. Cenni su tecniche per la costruzione di matrici precondizionate, nel caso di matrici simmetriche e definite positive: fattorizzazione incompleta di Cholesky; sparse inverse preconditioners; splitting. Cenni su procedimenti iterativi per matrici sparse non simmetriche: GMRES,BICG,CGS,BICGstab,QMR.

Metodi di insegnamento: Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio.

Supporti alla didattica:

I libri di testo sono integrati con le slide, le dispense e gli appunti (elettronici) del docente distribuiti dal docente.

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:

Uri M. Asher, Numerical methods for evolutionary differential equations, SIAM 2008, ISBN 9780898716528
K. Soetaert, J. Cash, Jeff, F. Mazzia, Solving Differential Equations in R, Springer, 2012, ISBN 978-3-642-28070-2.
G. Golub, C. Van Loan, Matrix Computation, Johns Hopkins University Press; fourth edition, 2012, ISBN-13: 978-1421407944
Uri M. Ascher , Robert M. M. Mattheij and Robert D. Russell, Numerical Solution of Boundary Value Problems for Ordinary Differential Equations, SIAM 1995,