# Istituzioni di analisi numerica

## Prof. Maurizio Paolini

***OBIETTIVO DEL CORSO E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI***

L’Insegnamento intende fornire agli studenti una base per la risoluzione numerica (discretizzazione) di problemi ai limiti, con particolare riferimento al metodo degli elementi finiti per le equazioni alle derivate parziali ellittiche. Aspetti collegati comprendono: risoluzione di sistemi lineari con metodi iterativi moderni e tecniche di approssimazione di funzioni.

Al termine dell’insegnamento lo studente sarà in grado di affrontare la risoluzione numerica di semplici modelli matematici che conducano a problemi alle derivate parziali di tipo ellittico del secondo o quarto ordine (tipicamente problemi di minimo di energia potenziale/termica/elastica per domini anche complessi bi o tri-dimensionali) utilizzando la tecnica degli elementi finiti e avvalendosi di strumenti software oggigiorno disponibili ovvero affrontando il problema costruendo autonomamente un codice di calcolo appropriato.

***PROGRAMMA DEL CORSO***

Approssimazioni di funzioni di una variabile: interpolazione di Hermite, interpolazione con funzioni spline. Ottima approssimazione.

Sistemi lineari con matrici sparse: metodo del gradiente e del gradiente coniugato (caso di matrici simmetriche definite positive); metodi per matrici non simmetriche (BCGstab, GMRES).

Precondizionatori per sistemi lineari. Cenni al metodo "multigrid".

Problemi ai limiti in più dimensioni: metodo di Galerkin ed elementi finiti, errore di interpolazione, stime di errore nella norma dell'energia.

Equazioni ellittiche (equazione di Poisson): stima di errore in L2.

Problemi computazionali: generazione della griglia, assemblaggio delle matrici.

Tecniche adattative per le equazioni alle derivate parziali (cenni).

Cenni al caso di equazioni paraboliche e iperboliche.

Problemi di ottimizzazione monovariata (cenni).

***BIBLIOGRAFIA***

V. Comincioli, *Analisi Numerica,* *Metodi Modelli Applicazioni,* McGraw Hill, Libri Italia, Milano, 1990.

A. Quarteroni - A. Valli, *Numerical approximation of partial,* differential equations, Springer, 1994.

C. Johnson, *Numerical solution of partial differential equations by the finite element method,* Cambridge university press, Cambridge, 1990.

G.H. Golub - C.F. Van Loan, *Matrix Computations,* The Johns Hopkins University Press,

Baltimore and London, 1993.

***DIDATTICA DEL CORSO***

Lezioni frontali.

***METODO E CRITERI DI VALUTAZIONE***

L’esame è orale. La prova intende accertare se lo studente ha assimilato i concetti appresi durante l’insegnamento tramite discussione su alcuni dei temi indicati nel programma, con particolare riferimento alla capacità di individuare gli aspetti di problemi da risolvere particolarmente rilevanti dal punto di vista numerico.  
La valutazione terrà conto della correttezza dell’esposizione, del rigore logico e metodologico e della efficacia espositiva anche tenendo positivamente conto della rielaborazione personale del candidato.

***AVVERTENZE E PREREQUISITI***

Lo studente dovrà possedere le nozioni di base per individuare i problemi che possono essere affrontati numericamente con le tecniche apprese durante il corso, tipicamente problemi corrispondenti a modelli matematici definiti su un dominio esteso in vari ambiti (scienze dei materiali, transizioni di fase, ottimizzazione di forma, ricostruzione di immagini, ecc.) in cui si cercano configurazioni di equilibrio di vario tipo. Dovrà possedere le nozioni di base dell’Analisi Numerica ed avere dimestichezza con le nozioni dell’Analisi Matematica relativamente alle funzioni di più variabili.

Gli studenti interessati possono contattare il docente e l’esercitatore via email per maggiori informazioni.

Covid 19

Nel caso in cui la situazione sanitaria relativa alla pandemia di Covid-19 non dovesse consentire la didattica in presenza, sarà garantita l’erogazione a distanza dell’insegnamento con modalità che verranno comunicate in tempo utile agli studenti.

*Orario e luogo del ricevimento studenti*

Il Docente riceve su appuntamento. Gli studenti sono invitati a prendere contatto tramite email.