

CORSO DI AERODINAMICA NUMERICA

Elenco delle lezioni svolte nell'Anno Accademico 2020/2021

- 28/9 Modalità di svolgimento del corso e dell'esame. Principali obiettivi. Introduzione alla fluidodinamica numerica. Approccio teorico, numerico, sperimentale alla soluzione di problemi di fluidodinamica.
- 29/9 Reticoli di calcolo strutturati e non strutturati. Approssimazione del dominio di soluzione. Discretizzazione della variabile dipendente e dell'equazione differenziale. Presenza di differenti scale nelle soluzioni. Scale caratteristiche e turbolenza. Equazioni in forma integrale e in forma differenziale. Forma conservativa e forma non conservativa.
- 2/10 Classificazione delle eq. differenziali alle derivate parziali del secondo ordine. Condizioni ausiliarie per eq. iperboliche, paraboliche ed ellittiche. Problema ben posto. Discussione su alcune equazioni prototipo per le diverse tipologie di equazioni differenziali. Comportamento fisico della soluzione per le diverse equazioni. Molteplicità delle soluzioni. Instabilità.
-
- 5/10 Passi per ottenere la soluzione numerica: discretizzazione del dominio di soluzione e dell'equazione. Trasformazione di coordinate. Approssimazione delle derivate mediante sviluppo in serie di Taylor.
- 6/10 Formule per approssimare le derivate prime (centrate, in avanti, indietro). Accuratezza delle formule alle differenze finite. Approssimazione della derivata seconda con formula centrata a tre punti. Metodo generale per ricavare formule approssimate alle D.F. Modello numerico: errori. Perdita di cifre significative.
- 9/10 Effetto degli errori di troncamento e di arrotondamento. Valutazione della convergenza per funzioni lisce oppure con gradienti elevati. Rappresentazione della soluzione nello spazio dei numeri d'onda. Analisi dell'errore nello spazio dei numeri d'onda. Numero d'onda modificato. Interpretazione del comportamento della soluzione numerica tramite il n.o. modificato.
-
- 12/10 Approssimazione alle Differenze Finite dell'eq. diff. ord. $d^2a/dx^2=N(x)$ Soluzione di sistemi di equazioni algebriche. Algoritmo di Thomas per matrici tridiagonali.
- 13/10 Consistenza, stabilità e convergenza. Teorema di Lax. Modello matematico per l'eq. di diffusione; variabili discretizzate e approssimazione della PDE. Approssimazione alle D.F. dell'eq. di Fourier: schema esplicito FTCS Analisi di consistenza per lo schema FTCS per l'equazione di Fourier.
- 16/10 Analisi di consistenza: equazione modificata. Analisi di stabilità: metodo di Von Neumann. Analisi di stabilità con il metodo di Von Neumann per l'equazione di Fourier: applicazione allo schema FTCS.
-
- 19/10 Interpretazione fisica dell'instabilità. Comportamento dell'errore. Soluzione numerica dell'equazione di Fourier con metodo esplicito FTCS. Schemi di Richardson e di Du Fort-Frankel.
- 20/10 Calcolo della soluzione dell'eq. di Fourier con lo schema implicito BTCS. Analisi di stabilità per lo schema BTCS. Schemi espliciti a 3 livelli di tempo. Schemi impliciti: Crank-Nicolson, generalizzato a 2 livelli. Schemi espliciti ed impliciti a 3 livelli di tempo. Estrapolazione di Richardson.
- 23/10 Revisione del lavoro svolto e discussione dei risultati.
-
- 26/10 Condizioni al contorno alla Neumann per l'equazione di Fourier: approssimazione alle D.F. con schemi espliciti al primo ed al secondo ordine. Condizioni di periodicità.

- 27/10 Equazione di Fourier 2D: discretizzazione del dominio e soluzione numerica con Equazione di Fourier 2D: soluzione numerica con schema Mitchell e Griffiths. Equazione di Fourier 2D: Metodi implicito BTCS, ADI. Imposizione delle condizioni al contorno per lo schema ADI. Metodo della Fattorizzazione Approssimata. Delta Form.
- 30/10 Revisione del lavoro svolto e discussione dei risultati.
-
- 2/11 Equazione differenziale ordinaria con perturbazione regolare o singolare. Soluzione dell'eq. differenziale ordinaria $\epsilon u'' + u' = 1$ con e senza trasformazione di coordinate. Trasformazione di coordinate (stretching). Calcolo delle derivate prime e seconde. Uso della trasformazione di coordinate nella soluzione di problemi di aerodinamica. Commenti e discussione sugli effetti della trasformazione e della scelta dei parametri.
- 3/11 Soluzione del flusso all'interno di un condotto rettangolare. Equazioni ellittiche: metodi diretti e metodi iterativi. Soluzione numerica con i metodi di Jacobi e di Gauss-Seidel.
- 6/11 Revisione del lavoro svolto e discussione dei risultati.
-