

Corso seminariale anno accademico 2024/25 Semestre: 2

TITOLO CORSO: Fisica dei Fluidi

DOCENTE: Piero Olla

Corso seminariale per la laurea: Triennale

Numero CFU: 3

Programma del corso

Quadro generale e cinematica di un fluido.

Condizioni per un limite continuo; elemento di fluido; coordinate lagrangiane; descrizione euleriana e lagrangiana del trasporto; push-forward e pull-back di un campo scalare; derivata materiale; definizione di campo scalare congelato; derivata materiale in superfici curve e sua relazione con la derivata covariante(cenni); invarianza per trasformazioni di Galileo della derivata materiale; fluidi e solidi: deformazioni vs. tassi di deformazione; linee di campo; compressione, vorticità e tasso di deformazione; derivata di Lie e definizione di campo vettoriale congelato; applicazione allo studio di flussi Hamiltoniani.

Leggi di conservazione. Conservazione della massa, equazione di continuità tensore degli sforzi e sue proprietà di simmetria; forze normali e forze di taglio.

Leggi costitutive.

Leggi costitutive per un fluido semplice; pressione; sforzi viscosi; equazione di Navier-Stokes; inerzia e forze viscosi; numero di Reynolds; il cammino libero medio; condizione di equilibrio termodinamico locale; il numero di Knudsen; plasmi caldi; fluidi viscoelastici: modello di Maxwell e modello di Voigt; fluidi Newtoniani e fluidi non Newtoniani; condizioni di isotropia; interpretazione microscopica di pressione e viscosità

Calore e conservazione dell'energia.

Equazione dell'energia meccanica; equazione del calore; relazioni con il primo e secondo principio della termodinamica; compressione; dissipazione viscosa; diffusività termica; equazione della temperatura per un gas; flussi barotropici e baroclini; flussi isoentropici; legge di Bernoulli e sue applicazioni: effetto Magnus, tubo di Pitot; propagazione del suono.

Idrostatica. Principio di Pascal e legge dei vasi comunicanti, legge di Archimede, stabilità atmosferica e profilo adiabatico.

Flussi comprimibili. Condizioni per la comprimibilità di un flusso; numero di Mach; relazione tra numero di Reynolds, di Mach e di Knudsen; convezione termica e approssimazione di Boussinesq; equazione di Burgers; caso inviscido e metodo delle caratteristiche; non risolubilità a tempi finiti della equazione di Burgers inviscida; equazione di Burgers viscosa e formazione di fronti.

Flussi ideali e flussi viscosi.

Condizione di impermeabilità per flussi ideali; condizione no-slip per flussi viscosi; incomprimibilità di flussi viscosi; flussi potenziali; formazione di vorticità in prossimità di ostacoli solidi e in presenza di baroclinicità; paradosso di D'Alambert; massa aggiunta; onde di gravità; semplici flussi viscosi: flusso di Couette e flusso di canale piano.

Dinamica della vorticità.

Equazione della vorticità; teorema di Kelvin; assenza di linee aperte di vorticità; superfici e tubi di vorticità; congelamento di linee di vorticità; vortex stretching in 3D; conseguenze topologiche del teorema di Kelvin; elicità e sua conservazione in 3D; conservazione della vorticità in 2D; conservazione dell'ensrofia in 2D; esistenza di infiniti invarianti globali in 2D; simmetria di relabeling (cenni).

Turbolenza. Numero di Reynolds e turbolenza; scala esterna; viscosità e diffusività turbolente; range inerziale; cenni alla teoria di Kolmogorov; scala di Kolmogorov; l'ipotesi di Taylor.