



UNIVERSITÀ DI PISA FLUIDODINAMICA

FRANCESCO CALIFANO

Anno accademico	2021/22
CdS	FISICA
Codice	289BB
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FLUIDODINAMICA	FIS/03	LEZIONI	48	FRANCESCO CALIFANO WALTER DEL POZZO

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Descrizione della cinematica dei mezzi continui, fondamenti delle equazioni costitutive della dinamica dei mezzi continui, trasporto in mezzi continui semplici e non. Equazioni di Navier-Stokes. Applicazioni illustrative in diversi campi della fluidodinamica: problema della portanza, onde sonore, onde di gravità, instabilità del suono, onde semplici, onde d'urto

Modalità di verifica delle conoscenze

Esame orale su appuntamento: consiste in un colloquio tra candidato e commissione sugli argomenti trattati durante le lezioni.

Capacità

Acquisizione delle strumentazioni matematiche tipiche della fluidodinamica e applicazioni a semplici problemi

Modalità di verifica delle capacità

Esame orale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Analisi in più dimensioni, operatori differenziali, calcolo tensoriale, analisi complessa.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il concetto di elemento fluido, limiti imposti dalla granulosità della materia: diffusione. Descrizione termodinamica delle forze di contatto: limiti di validità della ipotesi di LTE.

Cinematica dei mezzi continui come mappa a un parametro dello spazio in sé. Jacobiana e variazione di volume. Descrizione lagrangiana ed euleriana delle variabili fluide. La velocità in rappresentazione euleriana, tensore delle deformazioni infinitesime. Derivate di integrali di volume su domini mobili; superfici materiali e di controllo. Leggi di trasporto per grandezze estensive. Derivata materiale delle grandezze fisiche. Trasporto di massa per sistemi semplici, sistemi composti e sistemi con sorgente di materia; la diffusione di massa macroscopica; alcuni esempi.

UNIVERSITÀ DI PISA

Trasporto della quantità di moto per sistemi semplici, e complessi.

Tensore del trasporto fluido e della diffusione macroscopica, parallelismo col tensore delle forze di superficie in teoria cinetica.

Interpretazione microscopica della pressione e della viscosità.

Trasporto della energia cinetica. Trasporto della energia interna, contributo dei termini dissipativi. Trasporto dell' entropia nei fluidi, con diffusione di materia, calore e dissipazione: termini conservativi e termini irreversibili.

Equazione di Eulero per fluidi ideali in potenziali esterni.

Equilibrio dei fluidi stazionari. Stratificazione delle grandezze termodinamiche .

Fluidi in movimento: caso barotropico e isoentropico. La vorticità e il suo trasporto ideale. Funzione di Bernoulli e varie versioni del Teorema di Bernoulli. Alcuni esempi.

Alcuni teoremi sulla derivata di integrali di superficie e di linea su domini mobili. Teoremi di Thomson e di Kelvin sulla circuitazione della velocità.

Trasporto della vorticità in fluidi ideali, nel caso 2D, comprimibile e non. Cenno ai teoremi di Helmholtz sui tubi di vorticità.

Fluidodinamica ideale incomprimibile 2D: potenziali della velocità e rappresentazione complessa. Teoremi di Blasius e Kutta-Joukowski sulla portanza. Portanza sui profili alari in fluidi ideali: ipotesi di Joukowski. Trasformazioni conformi e calcolo della portanza.

Moto e stabilità di vortici lineari ideali.

Fluidi viscosi: il tensore di Cauchy. Equazione di Navier-Stokes per fluidi incomprimibili. Alcuni esempi. Lo strato limite in alcuni casi semplici. Raccordo asintotico. Lo scollamento dello strato limite nella teoria di Prandtl. Applicazione al calcolo della portanza di ala simmetrica.

Onde nei fluidi. Il suono in mezzi omogenei. Decadimento dissipativo delle onde sonore. Effetti non lineari: duplicazione di frequenza, interazioni a più onde, relazioni di Manley-Rowe per interazioni a tre onde. Rottura d'onda per onde ideali non lineari.

Onde semplici, solitoni dissipativi e dispersivi.

Onde d'urto, adiabatica di Hugoniot. Onde di combustione e di



UNIVERSITÀ DI PISA

detonazione.

Onde in mezzi disomogenei: cutoff e risonanza. .

Onde di superficie: instabilità di Kelvin-Helmoltz e Rayleigh-Taylor

Approssimazione idrostatica; onde in acque poco profonde.

Applicazioni.

Bibliografia e materiale didattico

Appunti del docente,
Dinamica dei mezzi continui di Landau e Lifchitz

Modalità d'esame

Orale su appuntamento

Ultimo aggiornamento 28/07/2021 18:56