Università degli Studi della Basilicata
Scuola di Ingegneria

INSEGNAMENTO: Meccanica dei Fluidi			
DOCENTE: Dott. Marilena Pannone			
e-mail marilena.pannone@unibas.it			
Lingua di insegnamento	Italiano		
n. CFU: 9	A.A.: 2013/2014	sede: Potenza	Semestre: 1/2

CONTENUTI

Proprietà fisiche dei fluidi; Analisi dimensionale e similitudine. Modelli fluido-dinamici di laboratorio; Analisi della tensione; Statica dei fluidi; Cinematica dei fluidi e analisi della deformazione; Analisi integrale del moto. Correnti fluide. Turbine ad azione e reazione. Pompe; Analisi differenziale del moto. Equazione di Cauchy. Equazione di Eulero. Equazione di Navier-Stokes; Dinamica dei fluidi ideali. Teorema di Bernoulli e Foronomia; Elementi della teoria dei moti vorticosi ed irrotazionali; Moti a potenziale; Turbolenza. Equazione di Reynolds. Correnti in pressione di fluidi reali; Cenni alla teoria dello strato limite; Moto permanente delle correnti in pressione. Risoluzione di semplici sistemi di condotte; Moto vario delle correnti in pressione. Oscillazioni di massa e colpo d'ariete; Trasformazioni conformi. Trasformazione di Joukowski e profili alari.

METODI DIDATTICI

Lezioni frontali/Esercitazioni.

TESTI DI RIFERIMENTO

A.Ghetti: Idraulica, Ed. Libreria Cortina – Padova
E.Marchi-A.Rubatta: Meccanica dei Fluidi, UTET, Torino
Dispense fornite dalla docente

OBIETTIVI FORMATIVI

Acquisizione delle nozioni basilari della Meccanica dei Fluidi e della capacità di utilizzarle per la soluzione di problemi tecnico-pratici in cui è richiesta la loro applicazione, con l'ausilio di strumenti teorici e semplici codici di calcolo.

PREREQUISITI

Si suggerisce di sostenere Analisi I e Fisica I.

MODALITA' DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Scritto per la parte di esercizi più colloquio orale sulla parte teorica.

PROGRAMMA ESTESO

Dimensioni e unità di misura. Densità e peso specifico. Comprimibilità dei fluidi. Viscosità. Fluidi ideali. Fluidi non newtoniani. Tensione superficiale e capillarità.

Grandezze e indipendenza dimensionale. Criterio di omogeneità. Il teorema Π. Applicazione del teorema Π: resistenza al moto uniforme in condotte orizzontali di sezione circolare. L'analisi dimensionale nella meccanica dei fluidi. Similitudine meccanica tra fenomeni fluido-dinamici. Cenni ai modelli fluido-dinamici.

La pressione. Il tensore delle pressioni. Le pressioni principali. La pressione isotropica. Gli invarianti del tensore delle pressioni.

Fluidi in condizioni statiche. Equazioni indefinite dell'equilibrio: fluidi in quiete, fluidi in moto di corpo rigido non accelerato, fluidi in moto di corpo rigido accelerato. La legge di Pascal. Misura delle pressioni. Spinta idrostatica su superfici piane. Spinta idrostatica su superfici gobbe aperte. Spinta idrostatica su superfici gobbe chiuse. Corpi totalmente immersi. Corpi galleggianti.

Moto vario, moto permanente, moto uniforme. La velocità. Linee di corrente e traiettorie. Il concetto di derivata

sostanziale. L'accelerazione. Cinematica del moto di un fluido. La deformazione.

Sistema fluido e volume di controllo. Il principio di conservazione della massa riferito ad un sistema fluido e ad un volume di controllo. Il teorema del trasporto. Il principio della quantità di moto. Il principio del momento della quantità di moto. Correnti fluide. Applicazioni dell'eq.ne della quantità di moto in regime permanente e per fluido incomprimibile: spinta dinamica di un getto libero contro una parete piana; spinta dinamica contro una pala a cucchiaia; turbina ad azione di tipo Pelton; propulsione a getto. Turbine a reazione e pompe.

Eq.ne di continuità in forma differenziale. L'eq.ne della quantità di moto in forma differenziale – L'eq.ne di Cauchy. L'eq.ne costitutiva per i fluidi ideali e per i fluidi stokesiani a viscosità lineare. L'eq.ne del moto dei fluidi ideali – Eq.ne di Eulero. L'eq. del moto dei fluidi stokesiani a viscosità lineare - l'eq.ne di Navier-Stokes. Le condizioni al contorno da associare alle equazioni del moto.

Il sistema completo di equazioni per lo studio del moto di un fluido ideale. L'eq.ne del moto di un fluido ideale riferita ad un linea di corrente – il teorema di Bernoulli. Estensione del teorema di Bernoulli alle correnti. Applicazioni del teorema di Bernoulli: elementi di foronomia; pressione di ristagno; il tubo di Pitot; il venturimetro; teoria elementare dell'elica; brusco allargamento di sezione nelle condotte in pressione.

Vorticità e moti vorticosi. Moti irrotazionali: la funzione potenziale della velocità. Generalizzazione del teorema di Bernoulli per moti irrotazionali.

La funzione di corrente in un moto piano permanente. La funzione di corrente in un moto piano permanente irrotazionale. Moti bidimensionali semplici. Sovrapposizione di moti bidimensionali semplici: dipolo, doppietta, moto uniforme che investe un cilindro con e senza circolazione. Resistenza e portanza per un cilindro investito da un moto uniforme con e senza circolazione.

Transizione tra regime laminare e regime turbolento. Regime laminare: moto uniforme nelle condotte in pressione. Regime turbolento: le eq.ni del moto dedotte dalle eq.ni di Navier-Stokes. Moto piano uniforme in regime turbolento. La legge logaritmica di distribuzione delle velocità. Moto turbolento di parete liscia e di parete scabra. L'eq.ne del moto uniforme nelle condotte in pressione. La formula di Colebrook. Il diagramma di Moody.

Il concetto di strato limite. Strato limite in regime laminare - moto bidimensionale. Tensione tangenziale di parete per strato limite laminare e strato limite turbolento di parete liscia e scabra. Separazione dello strato limite e resistenza dovuta alla pressione.

Moto permanente per fluidi incomprimibili: formule di resistenza e calcolo delle perdite di carico. Tubazione collegante due serbatoi. Problemi relativi alle lunghe condotte. Nodi idraulici e reti di tubazioni. Potenza assorbita o fornita in una condotta da turbine e pompe.

Moto vario in pressione: oscillazioni di massa ed oscillazioni elastiche all'interno di un impianto idroelettrico.

Trasformazioni conformi e trasformazione di Joukowski. Profili alari portanti.

ALTRE INFORMAZIONI

Università degli Studi della Basilicata
Scuola di Ingegneria

COURSE: Fluid Mechanics

TEACHER: Dr. Marilena Pannone

e-mail marilena.pannone@unibas.it

LANGUAGE	ITALIAN		
ECTS: 9	ACADEMIC YEAR: 2013/2014	Campus: Potenza	Semester: 1/2

TOPICS

Physical fluid properties; Dimensional analysis and similitude; Laboratory fluid-dynamical models. Analysis of fluid stress; Kinematics of fluids and deformation analysis; Flow integral analysis. Fluid streams. Action and reaction turbines. Pumps; Flow differential analysis. Cauchy's equation. Euler's equation. Navier-Stokes' equation; Dynamics of the non-viscous fluids. Bernoulli's theorem and phoronomy; Basics of rotational and irrotational flows; Potential flows; Turbulence. Reynolds' equation. Outline of boundary layer theory; Confined viscous fluid streams and their steady flow. Resolution of simple conduits systems. Unsteady flow of confined fluid streams. Oscillations of mass and elastic oscillations. Conformal mapping. Joukowski's transformation and airfoils.

TEACHING METHODS

Lectures/laboratories.

TEXTBOOKS

A.Ghetti: Idraulica, Ed. Libreria Cortina – Padova
E.Marchi-A.Rubatta: Meccanica dei Fluidi, UTET, Torino
Lecture notes provided by the teacher.

LEARNING OUTCOMES

Acquisition of the basic Fluid Mechanics concepts and analysis tools; acquisition of the capability to use them for the solution of technical-practical problems where their application is required, resorting to the theory and to simple numerical codes.

REQUIREMENTS

Passing the exams of Mathematical Analysis I and Physics I before beginning with the Fluid Mechanics classes is highly recommended.

EVALUATION METHODS

Written examination for the practical applications and oral examination for the theoretical part.

DETAILED CONTENT

Dimensions and units. Density and specific gravity. Fluids compressibility. Viscosity. Non-viscous fluids. Non-Newtonian fluids. Surface tension and capillarity.

Physical quantities and dimensional independency. Homogeneity criterion. Buckingham's theorem; applications: resistance to uniform flow in horizontal, circular cross-section conduits. The dimensional analysis in Fluid Mechanics. Mechanical similitude between fluid-dynamical phenomena. Outline of the fluid-dynamical models.

The pressure. Pressures' tensor. Principal pressures. Isotropic pressure. Pressures' tensor invariants.

Fluids in static conditions. Undefined equilibrium equations: hydro-statics, fluids in rigid, accelerated or non accelerated flow conditions. Pascal's law. Pressure measurements. Hydro-static thrust on flat or open curved

surfaces. Hydro-static thrust on curved closed surfaces. Fully submerged bodies. Floating bodies.

Steady/unsteady, uniform/non uniform flows. Velocity. Trajectories and streamlines. The concept of total derivative. Acceleration. Kinematics of fluids. The deformation.

Fluid system and control volume. Mass balance referred to a fluid system and a control volume. Transport theorem. Momentum conservation equations. Fluid streams. Applications of the momentum conservation equations for steady flows and incompressible fluids: dynamical thrust of a free jet on a plain wall; Pelton action turbine; jet propulsion; reaction turbines and pumps.

Differential continuity equation. Differential momentum conservation equation: Cauchy's equation. Constitutive relation for non-viscous fluids and for linear viscosity fluids. Flow equation for non-viscous fluids: Euler's equation. Flow equation for linear viscosity fluids: Navier-Stokes' equation. Flow equations boundary conditions.

Complete equations system for the study of a non-viscous fluid flow. Applications: Bernoulli's theorem. Extension of Bernoulli's theorem to the whole stream. Basics of phoronomy; stagnation pressure; Pitot's tube; Venturi's tube; elementary propeller theory; abrupt cross-section widening in confined streams.

Vorticity. Irrotational flows: velocity potential. Bernoulli's theorem for irrotational flows.

Stream function for a two-dimensional irrotational. Basic two-dimensional irrotational flows. Combinations of basic two-dimensional irrotational flows: dipoles, uniform flow around a cylinder with and without circulation and related drag and lift.

Transition from laminar to turbulent flow regime. Laminar regime: uniform flow in conduit. Turbulent regime: from Navier-Stokes' to Reynolds' flow equations. Turbulent steady and uniform flow. The logarithmic velocity wall distribution. Turbulent flow for smooth and rough wall. Flow resistance equations in uniform confined streams flow: Colebrook's formula. Moody's diagram.

Boundary layer concept. Laminar two-dimensional boundary layer. Wall shear stress for laminar and turbulent boundary layer. Boundary layer separation and flow resistance due to the unbalanced pressures.

Steady flows of incompressible fluids: resistance formulas and evaluation of energy losses. Conduit connecting two reservoirs. Problems characterizing the long conduits. Hydraulic knots and networks. Power absorbed or supplied in a conduits system by (action-reaction) turbines and pumps.

Confined unsteady flow: oscillations of mass and elastic oscillations within an hydro-electric power plant.

Conformal mapping. Joukowski's transformation and airfoils.

FURTHER INFORMATION