



---

---

ANNO ACCADEMICO: 2019-2020

---

INSEGNAMENTO/MODULO: MECCANICA DEI FLUIDI

---

TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA: BASE

---

DOCENTE: Dott. Marilena Pannone

---

e-mail: marilena.pannone@unibas.it

sito web:

---

telefono: 0971-205147

cell. di servizio (facoltativo):

---

Lingua di insegnamento: Italiano

---

---

n. CFU: 9

n. ore: 90

Sede: Potenza  
Scuola di Ingegneria  
CdS: Ingegneria Meccanica

Semestre: 1/2

---

---

#### OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO

Gli obiettivi formativi del corso consistono nella trasmissione delle nozioni basilari della Statica e della Dinamica dei Fluidi, dei loro campi di applicazione e dei metodi matematici più consoni al loro inquadramento.

- **Conoscenza e capacità di comprensione:** Lo studente deve dimostrare di conoscere e comprendere le problematiche relative alla statica, alla cinematica ed alla dinamica dei fluidi incomprimibili e comprimibili.
- **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:** Lo studente deve dimostrare di essere in grado di utilizzare le nozioni basilari della Meccanica dei Fluidi per la risoluzione di problemi tecnico-pratici in cui è richiesta la loro applicazione, con l'ausilio di strumenti teorici o semplici codici di calcolo.
- **Autonomia di giudizio:** Lo studente deve essere in grado di approfondire autonomamente quanto imparato. Deve essere inoltre in grado di confrontarlo, soprattutto in termini di metodologia e di campo di applicazione, con quanto appreso nei corsi precedenti caratterizzati da contenuti propedeutici.
- **Abilità comunicative:** Lo studente deve essere in grado di veicolare ai propri interlocutori, in modo chiaro e compiuto, le conoscenze acquisite. I concetti espressi devono risultare in linea generale comprensibili anche a chi non possiede una preparazione specifica sulla materia.
- **Capacità di apprendimento:** Si auspica che lo studente riesca a rendersi progressivamente autonomo dal docente, acquisendo la capacità di affinare le proprie conoscenze attraverso un percorso di formazione originale.

---

---

#### PREREQUISITI

E' necessario essere in grado di applicare a contesti di interesse pratico i principali strumenti fisico-matematici oggetto dei corsi di Analisi e Fisica: operazioni di derivazione ed integrazione inquadrate nel loro significato fisico, soluzione di semplici equazioni differenziali, basi del calcolo vettoriale e matriciale.

---

---

#### CONTENUTI DEL CORSO

##### A. Proprietà dei fluidi e analisi dimensionale

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  $\Pi$ . Applicazione del teorema  $\Pi$ : 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.

### **B. Stato tensionale dei fluidi**

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

### **C. Statica dei Fluidi**

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 e applicazioni. 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.

### **D. Caratteri cinematici del moto dei fluidi**

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.

### **E. Analisi integrale del moto dei fluidi**

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 e del momento 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.

### **F. Analisi differenziale del moto dei fluidi**

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.

### **G. Fluidi ideali**

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.

### **H. Moti vorticosi e irrotazionali di fluidi incomprimibili**

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. Trasformazioni conformi e trasformazione di Joukowski. Profili alari portanti.

#### **I. Fluidi reali: moti laminari e moti turbolenti**

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. Scie laminari e turbolente. Cenni al modello  $k-\varepsilon$  per la soluzione numerica dei problemi di moto turbolento.

#### **L. Calcolo pratico di semplici sistemi di condotte in moto permanente**

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.

#### **M. Moti vari di fluidi a bassa comprimibilità**

Moto vario in pressione: oscillazioni di massa ed oscillazioni elastiche all'interno di un impianto idroelettrico. Soluzione del colpo d'ariete nel piano delle fasi (carico-velocità).

---

---

#### **METODI DIDATTICI**

Il corso prevede 90 ore di lezione articolate in lezioni teoriche (70 ore) ed esercitative (20 ore). Queste ultime si terranno immediatamente a valle di quelle teoriche relative allo specifico argomento. In particolare, si prevedono lezioni esercitative a valle dei moduli **C** (2 lezioni), **E** (2 lezioni), **I** (1 lezione), **L** (3 lezioni), **M** (2 lezioni). Durante le lezioni esercitative, per consentire il monitoraggio puntuale e continuo del processo di apprendimento e dell'efficacia delle lezioni, gli studenti saranno chiamati a risolvere, alternandosi, semplici esercizi alla lavagna, dopo che la docente avrà illustrato e risolto problemi-tipo.

---

---

#### **MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO**

Il corso prevede la possibilità di sostenere l'esame in preappello, vale a dire suddiviso in due prove scritte di esonero (articolate ciascuna in n. 2 domande di teoria e n. 1 esercizi). Tali prove, aperte solo agli studenti iscritti al secondo anno, si terranno, salvo diverse indicazioni da parte degli organi di monitoraggio didattico della Scuola, in febbraio durante la sospensione dei corsi e in maggio, dopo la conclusione del corso di Meccanica dei Fluidi. Gli appelli regolari, aperti a tutti coloro i quali hanno maturato il diritto di sostenere l'esame, si terranno secondo lo schema classico (unica seduta, con esercizi pratici svolti al momento e domande di teoria).

---

---

#### **TESTI DI RIFERIMENTO E DI APPROFONDIMENTO, MATERIALE DIDATTICO ON-LINE**

A.Ghetti: Idraulica, Ed. Libreria Cortina – Padova

E.Marchi-A.Rubatta: Meccanica dei Fluidi, UTET – Torino



---

M. Mossa-A.F. Petrillo: Idraulica, CEDAM – Milano

Dispense fornite dal docente

---

#### METODI E MODALITÀ DI GESTIONE DEI RAPPORTI CON GLI STUDENTI

All'inizio del corso, dopo aver descritto obiettivi, programma e metodi di verifica, il docente illustra agli studenti il materiale didattico che sarà utilizzato. Contestualmente, raccoglie l'elenco degli studenti che intendono iscriversi al corso, corredato di nome, cognome, matricola ed email.

Orario di ricevimento: il martedì dalle 11:00 alle 13:30 presso lo studio n. 12, 5° piano Scuola di Ingegneria. Oltre all'orario di ricevimento settimanale, il docente è disponibile in ogni momento per un contatto con gli studenti, attraverso la propria e-mail.

---

#### DATE DI ESAME PREVISTE<sup>1</sup>

Anni precedenti: 6/02/20, 20/02/20, 16/04/20,

**17/06/20, 15/07/20, 17/09/20, 18/11/20** (oltre alle suddette prove di esonero)

---

SEMINARI DI ESPERTI ESTERNI    SI     NO

---

ALTRE INFORMAZIONI

---

---

<sup>1</sup> Potrebbero subire variazioni: consultare la pagina web del docente o del Dipartimento/Scuola per eventuali aggiornamenti