



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE in Ingegneria Meccanica

Classe LM33

Insegnamento di Dinamica dei fluidi turbolenti

S.S.D. ING IND/06 – 9 C.F.U. – A.A. 2014-2015

Docente: Prof. Paolo Mele

E-mail: paolo.mele@unicusano.it

(solo per comunicazioni interne e amministrative)

Nickname: paolo.mele

Presentazione dell'insegnamento

L'insegnamento è del secondo anno della laurea magistrale.

Il programma si divide in tematiche, analoghe a capitoli, che vengono a loro volta suddivise e trattate in moduli. Il modulo rappresenta l'unità elementare di attività didattica svolta dal docente e di apprendimento per il discente. Esso consiste di una lezione di circa mezz'ora, delle relative dispense ed, eventualmente se opportuno, di esercizi sull'argomento trattato. In totale l'insegnamento si compone di 50 moduli. Le tematiche sono otto, non hanno lo stesso peso e quindi vengono svolte in un numero di moduli diverso.

La scansione temporale della preparazione da parte dello studente è organizzata in 12 settimane. Per cui lo studente mediamente dovrebbe apprendere un po' più di quattro moduli a settimana. Le tematiche vengono trattate in una o due settimane a secondo del peso.

Mediamente ogni tematica è dotata di un test di autovalutazione consistente in 10-15 quesiti a risposta multipla sugli argomenti trattati in quella tematica. Il test serve allo studente per verificare lo stato di apprendimento e di conseguenza soffermarsi laddove abbia riscontrato delle lacune, riprendendo il modulo in sofferenza, ponendo domande al docente (via mail o verbalmente durante il ricevimento) o analizzando gli argomenti trattati nel forum.

Oltre alle attività su menzionate, e in parallelo a queste, è attivo un forum in cui il docente propone un tema di discussione. I discenti intervengono, fanno le loro considerazioni, pongono domande cui rispondono, o dovrebbero rispondere, altri discenti. Il docente interviene per rispondere, se necessario, o per correggere, se necessario, quanto affermato da discenti nella discussione. Il docente



tiene conto dell'attività svolta, se positiva, dal singolo discente in sede di valutazione finale della prova d'esame.

Propedeuticità

Formalmente non vi sono esami propedeutici alla preparazione di questo insegnamento.

Tuttavia, è necessario che lo studente che si avvicina alla preparazione della materia trattata in questo insegnamento abbia una buona padronanza di alcuni argomenti di **meccanica dei fluidi** di base, svolti tipicamente nei corsi di Idraulica e/o Fluidodinamica della laurea "triennale" o nei corsi del primo anno della magistrale, che si riducono essenzialmente a:

- Lo schema continuo e le proprietà meccaniche distribuite nei corpi deformabili
- Derivate sostanziali e teorema del trasporto
- Conservazione della massa: Equazione di Continuità
- Descrizioni del moto, lagrangiana ed euleriana
- Definizioni cinematiche
- Dinamica nei corpi deformabili: forze di corpo, forze di contatto
- Definizioni dinamiche (pressione, sforzo normale e tangenziale, resistenza, portanza, forza di trascinamento)
- Bilancio delle quantità di moto in forma indefinita e in forma globale
- Fluidi ideali: cinematica e dinamica. Equazioni di Eulero. Equazione di Bernouilli
- Fluidi reali e viscosità

Pertanto, gli studenti che ritengono di avere delle lacune su tali argomenti necessari per seguire con profitto questo insegnamento sono fortemente invitati a visionare il materiale dei corsi di Idraulica e/o Fluidodinamica e ad esercitarsi su questi argomenti preliminari.

Ovviamente gli studenti che seguono questo insegnamento sono studenti già laureati e si dà quindi per scontato la loro conoscenza dei concetti e degli argomenti di base di analisi matematica e di fisica generale.

Ricevimento studenti

Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza <http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica>

Orario delle lezioni

Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Lezione <http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica>



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

Date degli appelli

Consultare il calendario alla pagina <http://www.unicusano.it/date-appelli/appelli-ingegneria> per gli appelli nella sede di Roma, e alla pagina <http://www.unicusano.it/date-appelli/appelli-sedi-esterne> per gli appelli nelle sedi esterne.

Programma dell'insegnamento

DESCRIZIONE DEL MOTO DI CORPI DEFORMABILI

(Settimane 1^a; Moduli 1-6; Test di autovalutazione 1)

SCHEMI TRIDIMENSIONALI. COMPLEMENTI DI CINEMATICA. TENSORE DELLE VELOCITÀ DI DEFORMAZIONE.

MOTI VORTICOSI E MOTI IRROTAZIONALI

(Settimane 2^a,3^a; Moduli 7-15; Test di autovalutazione 2)

VORTICITÀ; EQUAZIONE DINAMICA DELLA VORTICITÀ; TEOREMI SULLA VORTICITÀ. DECOMPOSIZIONE DI STOKES DI UN GENERICO CAMPO DI MOTO. MOTI ISOCORI; FUNZIONE DI CORRENTE. EQUAZIONE DI LAPLACE; CONDIZIONI AL CONTORNO DI NEWMANN E DI DIRICHLET. MOTI IRROTAZIONALI PIANI; RETE DEL MOTO. STUDIO DEL MOTO TRAMITE IL POTENZIALE COMPLESSO. CALCOLO DELLA SPINTA.

FLUIDI VISCOSI

(Settimane 4^a,5^a; Moduli 16-25; Test di autovalutazione 3)

CLASSIFICAZIONE REOLOGICA DEI FLUIDI; FLUIDI STOKESIANI E FLUIDI NEWTONIANI. RELAZIONE COSTITUTIVA PER I FLUIDI NEWTONIANI. EQUAZIONI DI NAVIER-STOKES. MOTI A BASSI NUMERI DI REYNOLDS; MOTO ALLA COUETTE E DI POISEUILLE; EFFETTO LUBRIFICANTE. MOTI AD ALTI NUMERI DI REYNOLDS. TEORIA DELLO STRATO LIMITE. DISTACCO SEPERAZIONE ZONE DI RICIRCOLO E FORMAZIONE DI VORTICI.

STABILITÀ IDRODINAMICA

(Settimane 6^a; Moduli 26-28; Test di autovalutazione 4)

GENERALITÀ; TEORIA LINEARE. STABILITÀ MARGINALE.

DINAMICA DELLA TURBOLENZA

(Settimane 7^a,8^a; Moduli 29-37; Test di autovalutazione 4)

CARATTERI TURBOLENTI, PREVEDIBILITÀ. IMPOSTAZIONE DI REYNOLDS; OPERATORE MEDIA E EQUAZIONI DI REYNOLDS; BILANCIO DELL'ENERGIA CINETICA; RUOLO DELLA VORTICITÀ; SPETTRO TRIDIMENSIONALE DELL'ENERGIA CINETICA, LEGGE DI KOLMOGOROV.

STRATO LIMITE E MOTO UNIFORME TURBOLENTO

(Settimane 9^a; Moduli 38-41; Test di autovalutazione 5)

MOTO UNIFORME TURBOLENTO; STRATO LIMITE LAMINARE E TURBOLENTO, LEGGI DI DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ NELLO STRATO LIMITE LAMINARE E TURBOLENTO.

SIMULAZIONE NUMERICA DELLA TURBOLENZA



(Settimane 10^a; Moduli 42-44; Test di autovalutazione 5)

SIMULAZIONE NUMERICA DELLA TURBOLENZA, SUDDIVISIONE DEI MODELLI, FILTRAGGIO.

SCHEMI MONODIMENSIONALI

(Settimane 11^a; Moduli 45-46; Test di autovalutazione 6)

TEOREMA DEL TRASPORTO ED EQUAZIONI DI BILANCIO, APPLICAZIONE AI FLUSSI COMPLESSI E TURBOLENTI RAPPRESENTATI IN UNA DIMENSIONE.

MODELLI FISICI

(Settimana 12^a; Moduli 47-50; Test di autovalutazione 6)

SIMILITUDINE MECCANICA E REALIZZAZIONE DI MODELLI FISICI COMPLESSI E TURBOLENTI.

Riferimenti bibliografici

1. Dispense del docente.

Obiettivi formativi:

Questo insegnamento ha lo scopo di far acquisire allo studente una buona preparazione e competenza sullo stato attuale di conoscenza dei fenomeni turbolenti. La turbolenza, come è noto, è presente molto spesso nei deflussi fluidi, e rende complicata la risoluzione dei problemi di progettazione ingegneristica o la valutazione del comportamento funzionale in una moltitudine di applicazioni tecniche. La complicazione discende dalla non ancora completa prevedibilità del meccanismo d'innesco, sviluppo e effetti del fenomeno turbolento. Ciononostante lo stato dell'arte sull'argomento permette di affrontare molti problemi tecnici con buona affidabilità delle proposte risolutive a condizione di averne chiaro i limiti e i campi di applicabilità. A tale scopo l'insegnamento fornisce allo studente il panorama di conoscenza attuale sull'argomento in modo da metterlo in grado di poter effettuare una valutazione critica sugli interventi tecnici nelle applicazioni ingegneristiche.

Risultati di apprendimento attesi:

La conoscenza del meccanismo comportamentale del deflusso turbolento, dei limiti della sua validità nonché del panorama di tecniche di calcolo numerico al momento sviluppate nelle applicazioni tecniche mette in grado il futuro laureato magistrale di affrontare i problemi ingegneristici del deflusso turbolento con padronanza di competenze attuali e di sviluppare nuove tecniche per la loro risoluzione.

Programma ridotto:

Gli studenti che, a seguito dell'avvenuto riconoscimento di un esame affine, sostenuto in una precedente carriera accademica, devono sostenere l'esame di Dinamica dei fluidi turbolenti in **forma**



ridotta (e non da 9 c.f.u.) saranno esaminati su argomenti relativi alla sola **Vorticità e Turbolenza** (Moduli 7-9 e 26-44 dell'insegnamento).

Gli studenti di altri corsi di laurea che intendono sostenere l'esame di **Vorticità e Turbolenza**, come **materia a scelta da 6 c.f.u.**, saranno esaminati su argomenti relativi alla sola **Vorticità e Turbolenza** (Moduli 16-27 dell'insegnamento).

Modalità d'esame e di valutazione

L'esame consiste in una **prova scritta** della durata di 90 minuti, sia quando svolto nella sede di Roma, sia quando svolto in un polo esterno, consistente nello svolgimento di un tema relativo ad argomenti del programma.

Non è prevista una prova orale obbligatoria.

Tuttavia, gli studenti che hanno sostenuto la prova scritta presso la sede di Roma, conseguendo un voto almeno pari a 18/30, possono chiedere in modo del tutto facoltativo di sostenere una prova orale. Tale prova consiste in una interrogazione sulle definizioni, proprietà, dimostrazioni di teoremi svolte a lezione e riportate sulle dispense, nonché in applicazioni dei concetti acquisiti tramite lo svolgimento di esercizi e la loro risoluzione in forma algebrica. L'esito di tale prova orale fa parte integrante della valutazione complessiva dando luogo al risultato, cioè al voto, finale.

Durante la prova scritta **NON** è consentito utilizzare dispense, appunti, testi o formulari in formato cartaceo né digitale. L'uso della calcolatrice è consentito anche se ritenuto superfluo.



UNICUSANO
Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

CURRICULUM VITAE del Prof. PAOLO MELE

paolo.mele@unicusano.it

Titolare del corso di DINAMICA DEI FLUIDI TURBOLENTI presso l'Università Niccolò Cusano dall'a.a. 2013-14.

Nato a Napoli il 13/8/1942 e laureato in Ingegneria a Roma il 20/12/1966 presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", ha svolto presso lo stesso ateneo la carriera accademica quale assistente incaricato, assistente ordinario, professore incaricato, professore associato e infine, dal 1986, professore ordinario di Idraulica, e direttore di dipartimento fino alla costituzione del terzo ateneo statale di Roma per il quale ha optato nel 1992. Tuttora, anche dopo il pensionamento per limiti di età (1/11/2014), è titolare di corso presso l'università degli Studi Roma Tre. Ha insegnato altresì per alcuni anni all'Università degli Studi dell'Aquila, come professore incaricato (1975-80).

È stato Visiting Professor alla Brown University (U.S.A.) nel 1985.

È stato membro del Consiglio Scientifico del Gruppo Nazionale Idraulica -C.N.R.

È stato presidente della Commissione Scientifica della Facoltà di Ingegneria della Sapienza negli anni 1987 e 1988 e direttore del Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Strade della stessa Università dal 1989 al 1992.

È stato coordinatore della Commissione di Gestione e Programmazione della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre.



UNICUSANO
Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

È stato (1992-1994 e 1997-2008) membro del Consiglio d'Amministrazione dell'Università degli Studi Roma Tre, coordinandone la Commissione Spazi e successivamente la Commissione Bilancio

È stato Preside della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre dal 2008 al 2013.

Ha fatto parte del Collegio dei Docenti del Dottorato di Meccanica Applicata presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", del Dottorato di Ingegneria Idraulica del Consorzio Universitario Napoli-Roma-Palermo e del Dottorato di Ingegneria Civile dell'Università Roma Tre.

Ha fatto parte della Giuria di Tesi di Dottorato presso la Università di Paris-VI.

E' stato membro votante della Assemblea ERCOFTAC, European Research Community of Flow Turbulence and Combustion.

L'attività scientifica svolta sulla Stabilità Idrodinamica, Transizione laminare turbolento e anemometria Laser Doppler si è concretizzata in circa 80 pubblicazioni su riviste specialistiche del settore. Tale attività scientifica è stata oggetto di inviti a tenere seminari in Italia e all'estero. Inoltre è reviewer di periodici scientifici internazionali.