



ANNO ACCADEMICO: 2016/2017

INSEGNAMENTO/MODULO: **Fluidodinamica delle macchine I modulo**

TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA: **Caratterizzante**

DOCENTE: Bonfiglioli Aldo

e-mail: aldo.bonfiglioli@unibas.it

sito web:

<http://oldwww.unibas.it/utenti/bonfiglioli/www.html>

Telefono: 0971.205203 (Bonfiglioli)

cell. di servizio : 329.3178364 (Bonfiglioli)

Lingua di insegnamento: italiano

n. CFU: 6

n. ore: 54

Sede: Potenza
Scuola: Ingegneria
CdS: Ingegneria Meccanica
(Magistrale)

Semestre: primo

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO

Il corso ha l'obiettivo di far conoscere all'allievo le equazioni che descrivono il moto quasi-unidimensionale stazionario ed unidimensionale stazionario ed instazionario, di un fluido comprimibile, unitamente alle metodologie necessarie alla risoluzione di tali equazioni. Tali conoscenze sono finalizzate a fornire le capacità necessarie per analizzare il comportamento termo-fluidodinamico di quei dispositivi e macchine a fluido che operano in condizioni di flusso comprimibile, per esempio: ugelli, camere di combustione, motori a combustione interna, gasdotti, tubi d'urto.

Le principali **conoscenze** fornite saranno:

- conoscenza approfondita delle equazioni di Eulero, stazionarie ed instazionarie, per flussi strettamente unidimensionali (S1D) e quasi-uni-dimensionali (Q1D);
- conoscenza approfondita delle tecniche di risoluzione delle equazioni di Eulero, anche in presenza di discontinuità, quali onde d'urto e discontinuità di contatto;
- conoscenza approfondita del flusso in ugelli convergenti e convergenti-divergenti; flusso di Rayleigh, flusso di Fanno e flusso isoterma in gasdotti;
- elementi di acustica.

Le principali **abilità** (ossia la capacità di applicare le conoscenze acquisite) saranno:

- identificare il modello matematico più adatto a descrivere il campo di moto in esame determinandone le variabili cinematiche e termodinamiche in ogni sezione;
- applicare le conoscenze teoriche acquisite allo studio di macchine e, più in generale, dispositivi che operano con fluidi comprimibili, quali: ugelli, camere di combustione, motori a combustione interna, gasdotti, tubi d'urto.

PREREQUISITI

È necessario avere acquisito e assimilato le seguenti conoscenze fornite dai corsi di "Analisi II", "Fisica Matematica", "Meccanica dei Fluidi" e "Fisica Tecnica":

1. Conoscenza delle funzioni differenziabili di più variabili reali. Derivata direzionale, differenziale, gradiente. L'equazione del trasporto. L'equazione delle onde. Il teorema della divergenza.
 2. Conoscenza della cinematica e dinamica del punto materiale.
 3. Conoscenza dei concetti basilari di termodinamica, in particolare quelli relativi al 1° e 2° Principio della Termodinamica, entropia, gas ideali: equazione di stato, energia interna ed entalpia, calori specifici,
-



entropia, trasformazioni politropiche.

4. Conoscenza di alcuni concetti basilari della dinamica dei fluidi, in particolare quelli relativi a: sistema fluido e volume di controllo; il principio di conservazione della massa e della quantità di moto riferito ad un sistema fluido e ad un volume di controllo; il teorema del trasporto; il teorema di Bernoulli.

CONTENUTI DEL CORSO

I numeri in parentesi quadre fanno riferimento ai testi indicati nella sezione TESTI DI RIFERIMENTO E DI APPROFONDIMENTO, MATERIALE DIDATTICO ON-LINE

1. Flussi comprimibili quasi-uni-dimensionali (Q1D) [1, §1.2]; [7 ore di didattica frontale]
2. Comprimibilità e velocità del suono [1, §1.3]; [1 ora di didattica frontale]
3. Flusso stazionario quasi unidimensionale: [8 ore di didattica frontale + 4 ore di esercitazioni numeriche]
 - a) Flusso isoentropico [1, §2.1];
 - b) Grandezze totali e critiche [1, §2.2];
 - c) Legge delle aree [1, §2.3];
 - d) Portata in massa [1, §2.4];
 - e) Urti retti [1, §2.5],[2];
 - f) Ugelli convergenti [1, §2.6];
 - g) Ugelli convergenti-divergenti (ugelli De Laval) [1, §2.7];
 - h) Considerazioni applicative [1, §2.8]; [3] ed il relativo filmato su [4]).
4. Flusso stazionario unidimensionale non isoentropico: [5 ore di didattica frontale + 5 ore di esercitazioni numeriche]
 - a) Flusso adiabatico con attrito (Flusso di Fanno) [1, §3.1];
 - b) Flusso isoterma con attrito (Flusso in gasdotti) [1, §3.2];
 - c) Flusso reversibile con scambio termico (Flusso di Rayleigh) [1, §3.3].
5. Gasdinamica unidimensionale non stazionaria [12 ore di didattica frontale + 10 ore di esercitazioni numeriche]
 - a) Introduzione [1, §8.1];
 - b) Urti retti non stazionari [1, §8.2];
 - c) Onda d'urto riflessa [1, §8.3];
 - d) L'equazione di convezione lineare [5, §1.1-1.3];
 - e) Formulazione caratteristica delle equazioni di Eulero [6, §3.1-3.4] e [7];
 - f) Onde semplici [6, §3.5] e [7];
 - g) Onde di espansione incidenti e riflesse [1, §8.6];
 - h) Relazioni del tubo d'urto [1, §8.7];
 - i) Onde di compressione finite [1, §8.8].
 - j) Elementi di acustica: [1, §8.4] e [8, §11.1-11.5].

METODI DIDATTICI

Il corso prevede 54 ore di didattica tra lezioni teoriche frontali ed esercitazioni numeriche; queste ultime, indicativamente, coprono il 25% delle 54 ore di didattica. A completamento delle ore di didattica frontale, potranno essere organizzati seminari di esperti esterni.

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO



L'obiettivo della prova d'esame consiste nel verificare il livello di raggiungimento degli obiettivi formativi precedentemente indicati.

Le prove di esame si articolano in una prova scritta seguita, a distanza di circa una settimana (quattro giorni nel caso dell'appello di Luglio), da una prova orale.

La prenotazione per la **prova scritta** è obbligatoria e deve avvenire tramite i Servizi Web Docenti/Studenti (ESSE3) accessibili dalla home page dell'Ateneo.

Le modalità di svolgimento e di valutazione della **prova scritta** sono le seguenti:

1. Il docente assegnerà a ciascuno studente, in modo casuale, un posto a sedere in aula.
2. Ciascuno studente riceverà la traccia della prova scritta e due fogli protocollo siglati.
3. A ciascuno studente sarà richiesto di apporre la propria firma sul registro delle presenze.
4. I dati presenti nelle tracce dipendono da un numero intero N (variabile da studente a studente) il cui valore numerico è annotato sulla traccia.
5. Non è consentito l'uso di appunti e/o libri, tuttavia gli studenti possono disporre di un computer portatile per l'utilizzo del software "Comprop" e avere con sé il "NACA report 1135" [2], in formato cartaceo o elettronico.
6. Ciascuno studente dovrà usare solo i fogli protocollo che sono stati distribuiti, sia per la "bella" copia che per la eventuale "brutta" copia.
7. Qualora lo studente abbia bisogno di altri fogli, dovrà chiedere al docente presente in aula un altro foglio protocollo già siglato.
8. Lo studente che abbia bisogno di allontanarsi momentaneamente dall'aula dovrà lasciare tutti i fogli e la traccia sulla cattedra.
9. Ciascuno studente, sia che decida di consegnare, sia che decida di rinunciare alla correzione, dovrà riconsegnare tutti i fogli che ha ricevuto (inclusa la traccia e la eventuale "brutta" copia), avendo cura di riportare i risultati negli appositi spazi disponibili sulla traccia.
10. Prima di lasciare l'aula, lo studente dovrà firmare l'apposito registro nella colonna "consegna" oppure "non consegna".
11. La durata della prova scritta è, di norma, di tre (3) ore.
12. Eventuali tracce "in bianco" di cui il docente disponga potranno essere consegnate (a chi le richieda) solo nell'ultima mezz'ora e solo a chi stia lasciando l'aula.
13. La prova scritta consta di 3 esercizi, inerenti gli aspetti pratico/applicativi trattati nel corso; ciascuno di questi vale 10 punti. Si è ammessi alla prova orale nel caso in cui il voto della prova scritta sia:
 - $\geq 12/30$ ed almeno due esercizi siano stati risolti con votazione sufficiente, per esempio: 6,6,0.
 - $\geq 16/30$ nel caso in cui uno solo degli esercizi sia sufficiente, per esempio: 10,5,1 oppure 6,5,5.

La **prova orale** segue la prova scritta a distanza di circa una settimana. La prova orale deve essere sostenuta nello stesso appello in cui è stata sostenuta la prova scritta. Coloro che non si presentino alla prova orale, pur avendo superato la prova scritta, dovranno nuovamente sostenere l'esame scritto. La prenotazione per la prova orale è obbligatoria e potrà essere effettuata una volta presa visione (mediante il software ESSE3) dei risultati della prova scritta. La **prova orale** consiste in:

1. tre quesiti inerenti i contenuti teorici di tre diversi argomenti del corso che lo studente estrae a sorte ed ai quali risponde per iscritto;
2. un colloquio con almeno uno dei docenti della commissione di esame.

I voti della prova scritta e della successiva prova orale forniscono il voto finale; il voto finale sarà non inferiore alla media aritmetica delle votazioni conseguite nella prove scritta ed orale.

Poiché si tratta di un corso "modulare", lo studente riceverà un unico voto finale per i complessivi 15 CFU. Tale voto sarà ottenuto quale media pesata rispetto ai CFU dei voti conseguiti in ciascuno dei due moduli.

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

Bibliografia





- 1) M. Napolitano. Corso di gasdinamica. <http://climeg.poliba.it/\verb1~1gasdinamica>.
- 2) Ames Research Staff. Equations, tables, and charts for compressible flow. Technical report, NASA Ames Research Centre, 1953. NACA Report 1135, <http://naca.larc.nasa.gov/reports/1953/naca-report-1135/>.
- 3) Donald Coles. Channel flow of a compressible fluid. Online, 1968. <http://web.mit.edu/hml/ncfmf/08CFCF.pdf>.
- 4) Ascher Shapiro. National committee for fluid mechanics films (ncfmf). Online, 2008. <http://web.mit.edu/hml/ncfmf.html>.
- 5) Aldo Bonfiglioli. Lecture 1: linear advection. Online, 2010. <http://oldwww.unibas.it/utenti/bonfiglioli/www.html>.
- 6) Aldo Bonfiglioli. Lecture 3: the euler's equation. Online, 2010. <http://oldwww.unibas.it/utenti/bonfiglioli/www.html>.
- 7) Aldo Bonfiglioli. Characteristic formulation of the un-steady 1d euler's equation of gasdynamics. Online, 2010. <http://oldwww.unibas.it/utenti/bonfiglioli/www.html>.
- 8) I. G. Currie. Fundamental Mechanics of Fluids. McGraw-Hill, Inc., 1974. Disponibile in aula tutorato.
- 9) John L. Lumley. Eulerian and lagrangian descriptions in fluid mechanics. Online, 1968. <http://web.mit.edu/hml/ncfmf/01ELDFM.pdf>.
- 10) P.H. Oosthuizen and W. E. Carscallen. Compressible Fluid Flow. McGraw-Hill series in Aeronautical and Aerospace Engineering. McGraw-Hill, 1997. Disponibile presso la biblioteca interfacoltà (PZ).
- 11) R. W. Fox and A. T. McDonald. Introduction to Fluids Mechanics. John Wiley & Sons, 1978.
- 12) I. H. Shames. Mechanics of Fluids. McGraw-Hill series in Mechanical Engineering. McGraw-Hill, 1992. Disponibile presso le biblioteche di PZ e MT.
- 13) J. Anderson. Modern Compressible Flow: With Historical Perspective. McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 3 edition (July 19, 2002), 2002. Disponibile presso la biblioteca ex-DIFA.

Il materiale didattico, necessario e sufficiente alla preparazione delle prove di esame, è reperibile su di un server cloud dell'Ateneo, accessibile dalla pagina web del docente alla voce: "Materiale Didattico".

In particolare, nella cartella "EserciziEdAppunti/Bonfiglioli" è disponibile la versione aggiornata del programma del corso ("ProgrammaEserciziAppunti.pdf", la data dell'ultimo aggiornamento è indicata nella pagina di copertina) con l'indicazione dei capitoli dei testi e/o appunti utilizzati dal docente per i diversi argomenti.

Il file "ProgrammaEserciziAppunti.pdf" contiene anche esercizi (alcuni svolti, altri con la sola soluzione numerica) utili per la preparazione della prova scritta.

Il file AudioVideo.zip contiene il materiale audiovisivo utilizzato dal docente durante il corso.

Le prove di esame dei precedenti appelli sono reperibili nella pagina web del docente alla voce: "Risultati delle prove di esame e tracce di esame".

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 mette a disposizione degli studenti il materiale didattico (cartelle condivise, sito web, etc). Contestualmente, il docente raccoglie l'elenco degli studenti che intendono frequentare il corso, corredato di nome, cognome, matricola ed email.

Il docente riceve presso il proprio studio dal lunedì al venerdì, dalle 8:30 alle 12:30, compatibilmente con i propri altri impegni istituzionali. L'effettiva disponibilità al ricevimento degli studenti può essere verificata al seguente indirizzo: <http://oldwww.unibas.it/utenti/bonfiglioli/ricevimento.html>

Gli studenti che abbiano l'esigenza di essere ricevuti dal docente in orario pomeridiano possono farne richiesta tramite i contatti (e-mail, telefono di servizio) reperibili in questa scheda e nella rubrica telefonica dell'Ateneo.

DATE DI ESAME PREVISTE¹

25/11/2016, 30/1/2017, 24/3/2017, 19/5/2017, 24/7/2017, 22/9/2017, 24/11/2017

Le date si riferiscono alla prova scritta

SEMINARI DI ESPERTI ESTERNI SI NO

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



Università degli Studi della Basilicata
Scuola di Ingegneria

ALTRE INFORMAZIONI



Scuola di Ingegneria - Viale dell'Ateneo Lucano, 10 - 85100 Potenza

<http://ingegneria.unibas.it> - e-mail: scuolaingegneria.segreteria@unibas.it - tel. 0971.205032/33 - fax
+390971 22115