



ANNO ACCADEMICO: 2019/2020			
INSEGNAMENTO/MODULO: <b>Gasdinamica e Propulsione</b>			
TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA: <b>Caratterizzante</b>			
DOCENTI: Aldo Bonfiglioli, Annarita Viggiano			
e-mail: <a href="mailto:aldo.bonfiglioli@unibas.it">aldo.bonfiglioli@unibas.it</a> , <a href="mailto:annarita.viggiano@unibas.it">annarita.viggiano@unibas.it</a>		sito web: <a href="http://docenti.unibas.it/site/home.html">docenti.unibas.it/site/home.html</a>	
Telefono: +39.0971.205203, +39.0971.205204		cell. di servizio (facoltativo):	
Lingua di insegnamento: italiano			
n. CFU: 9	n. ore: 81	Sede: Potenza Scuola: Ingegneria CdS: Meccanica (Magistrale)	Semestre: primo (6 CFU) e secondo (3 CFU)

#### 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 analitiche 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.

- **Conoscenza e capacità di comprensione:**
  - conoscenza approfondita delle equazioni di Eulero, stazionarie ed instazionarie, per flussi strettamente uni-dimensionali (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;
  - conoscenze teoriche avanzate relative ai sistemi propulsivi convenzionali e innovativi;
  - soluzioni tecnologiche per l'ottimizzazione delle performance e la riduzione delle emissioni.
- **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**
  - 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;
  - utilizzare le conoscenze teoriche acquisite allo scopo di progettare sistemi propulsivi convenzionali;
  - proporre soluzioni innovative per sistemi propulsivi ottimizzati.
- **Autonomia di giudizio:** lo studente deve essere in grado di valutare in maniera autonoma il fenomeno esaminato e scegliere il modello fisico-matematico più adatto a descriverlo. Dovrà inoltre dimostrare di essere consapevole delle eventuali approssimazioni intrinseche al modello prescelto e, pertanto, dei limiti di applicabilità dello stesso.
- **Abilità comunicative:** lo studente deve essere in grado di utilizzare il linguaggio matematico idoneo a descrivere il modello fisico utilizzato per approssimare il fenomeno reale.



- **Capacità di apprendimento:** il docente stimola il ricorso da parte degli studenti alla ricerca autonoma di testi “di approfondimento”, consentendo così allo studente di acquisire la capacità di approfondire le proprie conoscenze attraverso un percorso di formazione autonomo ed originale.

#### PREREQUISITI

È necessario avere acquisito e assimilato le seguenti conoscenze tipicamente 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: [6 ore di didattica frontale + 6 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 duro [1, §8.7];
  - i) Onde di compressione finite [1, §8.8].
  - j) Elementi di acustica: [1, §8.4] e [8, §11.1-11.5].



6. Introduzione ai sistemi propulsivi;
7. Motori ad elica e motori a getto;
8. Termofluidodinamica dei motori a combustione interna;
9. Modalità di combustione e combustibili convenzionali ed innovativi.

#### METODI DIDATTICI

Il corso prevede 81 ore di didattica tra lezioni teoriche frontali ed esercitazioni numeriche; queste ultime, indicativamente, coprono il 30% delle 81 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.

La prova di esame consiste in una **prova scritta** inerente i 6 CFU della parte di "Gasdinamica" ed una **prova orale** inerente i 3 CFU della parte di "Propulsione". La prenotazione è obbligatoria e deve avvenire tramite i Servizi Web Docenti/Studenti (ESSE3) accessibili dalla home page dell'Ateneo.

La prova scritta consta di 3 esercizi, inerenti gli aspetti pratico/applicativi trattati nella parte del corso riguardante la "Gasdinamica"; ciascuno di questi vale 10 punti. Si è ammessi alla prova orale nel caso in cui il voto della prova scritta sia almeno pari a 18/30. Durante la prova scritta 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. La durata della prova scritta è, di norma, di tre (3) ore.

Durante la prova orale vengono verificate le conoscenze e le abilità acquisite dallo studente, nonché la sua capacità di risolvere problemi in maniera autonoma. Il voto complessivo terrà conto di tutte le fasi della prova di esame.

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

##### Bibliografia (Gasdinamica)

- 1) M. Napolitano. Corso di gasdinamica. <http://climeg.poliba.it/course/view.php?id=12>.
- 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.



Università degli Studi della Basilicata

**Scuola di Ingegneria**

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.

I testi [5,6,7] ed altro materiale didattico relativo ai 6 CFU di Gasdinamica sono accessibili dalla homepage istituzionale del docente.

#### Bibliografia (Propulsione)

1) J.B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, New York, 1988

2) Dispense fornite dal docente e disponibili sul sito: <http://oldwww.unibas.it/utenti/viggiano/viggiano.htm>

#### 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.

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

16/01/2020, 11/03/2020, 06/05/2020, 27/07/2020, 18/09/2020, 13/11/2020

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