



Università degli Studi di Enna "Kore"
Facoltà di Ingegneria e Architettura
Ingegneria Aerospaziale e delle Infrastrutture Aeronautiche

Programma del Corso
AERODINAMICA (9 CFU)
SSD ING-IND/06

1 Richiami di Fisica matematica

Grandezze scalari, vettoriali e tensoriali. Prodotto scalare e vettoriale. L'operatore nabla, gradiente, divergenza, rotore, laplaciano. Teoremi di Gauss e Stokes. Campi solenoidali e campi irrotazionali. Identità vettoriali.

2 Definizioni fondamentali

Densità, pressione, gas perfetto, calori specifici, velocità del suono, viscosità.

3 Le equazioni del moto

Descrizione euleriana e lagrangiana. Derivata materiale. Moto rigido e di deformazione. Teorema del trasporto di Reynolds. Bilancio di massa. Bilancio di quantità di moto. Equazioni di Navier-Stokes. Bilancio dell'energia. Adimensionalizzazione delle equazioni del moto e principali numeri adimensionali.

4 Il fluido ideale

Equazione di Bernoulli. Moto irrotazionale. Moti a potenziale. Principali tipo di moto a potenziale: corrente uniforme, pozzo e sorgente, doppietta, vortice. Flusso potenziale intorno ad un cilindro circolare. Nascita delle forze aerodinamiche. Portanza e resistenza. Teorema di Kutta-Joukowski.

5 Dinamica della vorticità

Teorema di Kelvin. Teoremi di Helmholtz. Equazione della vorticità. Ruolo del termine di stretching e tilting.

6 Profili alari

Ipotesi di Kutta. Il foglio vorticoso. Condizione di Kutta. Teoria di Glauert sui profili sottili e poco ricurvi. Stallo e ipersostentatori. Profili NACA.

7 L'ala di apertura finita

Geometria dell'ala: allungamento, forma in pianta, rapporto di rastremazione. Sistema di vortici per l'ala. Velocità indotta e incidenza indotta. Teoria della linea portante. Resistenza indotta. Polare dell'ala.

8 Lo strato limite

Origine dello strato limite. Strato limite su lastra piana. Approssimazione delle equazioni del moto. Spessori caratteristici. Resistenza della lastra piana. Cenni di transizione laminare-turbolento e strato limite turbolento. Separazione dello strato limite.

9 Effetti della comprimibilità

Calcolo della velocità del suono. Numero di Mach. Propagazione dei disturbi in subsonico e supersonico. Flussi quasi 1-D. Grandezze di ristagno, critiche e limite. Flussi omentropici. Funzionamento degli ugelli. Onda d'urto normale. Gallerie supersoniche. Flussi con piccole perturbazioni. Potenziale di perturbazione. Profili alari subsonici. Teoria di Prandtl-Glauert. Profili alari supersonici. Teoria di Ackerett. Forma ottimale dei profili supersonici. Espansione intorno ad una parete. Cenni di urti obliqui.

10 Il Velivolo Completo

Cenni sull'aerodinamica della fusoliera, la coda, la configurazione canard, stima della polare del velivolo completo. Cenni sui metodi a pannelli.

11 Le Eliche

Principi fondamentali: Teoria delle ali rotanti. Teoria impulsiva semplice e generale per l'elica. Parametri geometrici e di progetto ed interazione di questi con le performance in termini di trazione, potenza e rendimento. Fasi e campi di applicazione dell'elica aeronautica. Diagrammi caratteristici e di progetto di un propulsore ad elica. Teoria degli elementi della pala, Calettamento alto/basso, angolo di inversione, angolo di attacco, velocità di rotazione, Slittamento dell'elica, Forze aerodinamiche, centrifughe e di spinta, Coppia, Flusso d'aria relativo sull'angolo di attacco della pala. Vibrazione e risonanza. Struttura dell'elica: Metodi costruttivi e materiali utilizzati per le eliche in legno, composite e metalliche, Punto stazione sulla pala, collo della pala, dorso della pala e mozzo. Eliche a passo fisso, a passo variabile, a velocità costante. Gruppo elica/ogiva. Controllo del passo dell'elica: Metodi di controllo della velocità e di variazione del passo, sistemi meccanici ed elettrici/elettronici. Messa in bandiera e passo negativo. Protezione da supervelocità. Sincronizzazione delle eliche: Equipaggiamento di sincronizzazione e di messa in fase. Protezione delle eliche contro il ghiaccio: Equipaggiamento antighiaccio fluido ed elettrico.

Note:

- L'esame prevede una prova scritta ed una prova orale. **Libri di Testo:**
 - "Aerodinamica" – Giorgio Graziani – Casa Editrice Sapienza;
 - "Fundamentals of aerodynamics" - John D. Anderson - Third edition - Mc Graw Hill ISBN: 0072373350; "Applied Aerodynamics - A Digital Textbook" - Ilan Kroo - Desktop Aeronautics Inc.

Libri adottati per EASA PART 66:

- TTS – Integrated Training System, *Module 11A Turbine Aeroplane Aerodynamics, Structures and Systems for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2, Volume 1-2.*
- TTS – Integrated Training System, *Module 13 Aircraft Aerodynamics, Structures and Systems for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2, Volume 1-2.*
- TTS – Integrated Training System, *Module 17 Propeller for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2.*