UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA AEROSPAZIALE
INSEGNAMENTO	AEROSPACE PROPULSION
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50350-Ingegneria aerospaziale ed astronautica
CODICE INSEGNAMENTO	22205
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/07
DOCENTE RESPONSABILE	LOMBARDO GIUSEPPE Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	12
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	192
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	108
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**LOMBARDO GIUSEPPE** Martedì 9:00 13:00 M010

DOCENTE: Prof. GIUSEPPE LOMBARDO

PREREQUISITI	Conoscenze di termodinamica, aerodinamica e gasdinamica. Specificatamente: gas reali, analisi dei cicli termodinamici, onde d'urto normali ed oblique, flusso di Fanno, flusso di Rayleigh, strati limite, strati limite comprimibili e termici.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione: Conoscenza e capacita' di comprensione delle tecnologie adottate per lo studio preliminare e lo sviluppo dei sistemi propulsivi aeronautici e spaziali, degli elementi che ne influenzano il progetto e il campo di applicazione, delle soluzioni delle problematiche tipiche della propulsione aerospaziale. Conoscenza delle manovre spaziali e dei sistemi propulsivi per la loro realizzazione. L'allievo dovra' essere in grado di analizzare le prestazioni del motore con riferimento ai fenomeni fisici e chimici che ne influenzano il comportamento. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Capacita' di applicare conoscenza e comprensione riguardo i metodi di previsione delle prestazioni e di analisi del comportamento reale dei propulsori aeronautici e spaziali e dei loro componenti. Capacita' di analisi dei regimi transitori, delle regolazioni e dei controlli, capacita' di valutazione delle emissioni acustiche e delle emissioni di inquinanti. Autonomia di giudizio: Autonomia di giudizio nel valutare il comportamento reale e le prestazioni dei propulsori aeronautici e spaziali e dei loro componenti. Lo studente avra' inoltre la capacita' di individuare le soluzioni adeguate per pervenire al progetto ottimo del propulsore. Abilita' comunicative: Abilita' di comunicare per mezzo di relazioni tecniche i risultati delle analisi condotte sui propulsori aeronautici e spaziali. Lo studente avra' inoltre abilita' di comunicare e interagire all'interno di un team multidisciplinare con altri specialisti del velivolo o del veicolo spaziale. Capacita' d'apprendimento: Le conoscenze acquisite permetteranno l'approfondimento degli argomenti trattati attraverso la maturata capacita' di comprensione di pubblicazioni scientifiche e potranno consentire l'ammissione a corsi a livello dottorale o permettere l'accesso agli organismi di ricerca nel settore della propulsione aerospaziale.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Esame delle esercitazioni individuali assegnate durante il corso redatte sotto forma di relazione tecnica ed esame orale. L'esame orale prevede domande di approfondimento nei differenti settori della disciplina. L'esame delle esercitazioni presentate sotto forma di relazione tecnica e l'esame orale saranno volti all'accertamento di: 1) Conoscenze acquisite; 2) Capacita' elaborative; 3) Capacita' espositive. Conoscenze acquisite: Sara' verificata la capacita' di descrivere criticamente e quantitativamente i diversi componenti di un propulsore aeronautico e di un propulsore spaziale nonché la capacità di illustrare e mettere in atto il processo iterativo con cui si giunge alla definizione del progetto delle due tipologie di propulsori; Capacita' elaborativa. Saranno verificati: 1) La capacita' di stabilire collegamenti fra i contenuti del corso e di cogliere le implicazioni delle scelte progettuali sul propulsore aeronautico e sul propulsore spaziale, entrambi intesi come sistemi complessi; 2) Il grado di padronanza degli argomenti del corso mediante quesiti specifici formulati in modo da stimolare una elaborazione critica autonoma da parte dello studente, al di là degli elaborati sviluppati durante il corso. Capacita' espositiva: sara' verificata la padronanza del linguaggio tecnico necessario a descrivere i componenti di un propulsore aeronautico e di un propulsore spaziale, le loro interazioni e i processi implicati nel progetto delle due tipologie di propulsori. Voto in trentesimi - da 18/30 a 30/30 ed eventuale lode. La formulazione del voto finale si basa sull'esito dell'esame delle esercitazioni individuali presentate e sull'esito della prova orale. Il punteggio massimo sara' ottenuto ove lo studente dimostrera' di aver acquisito la capacita' di descrivere, con linguaggio tecnico accurato ed articolato, i diversi elementi dei propulsori aeronautici e spaziali, i loro sistemi e le interazioni fra di essi, utilizzando gli strumenti analitici sviluppati durante il corso e dimostrando capacita' di elaborazione autonoma ed originale in relazione ai quesiti posti durante l'esame. Un punteggio intermedio sara' ottenuto nel caso in cui lo studente, seppur padroneggiando argomenti e linguaggio, mostri poca capacita' di sviluppo autonomo ed originale. La valutazione sara' minima nel caso in cui lo studente dimostri una conoscenza sufficiente degli argomenti del corso, li esponga con linguaggio tecnico poco

	articolato e dimostri scarsa capacita' di elaborazione autonoma in relazione ai quesiti posti.
OBIETTIVI FORMATIVI	Lo studente sara' in grado di trasferire i principi della termodinamica e della gasdinamica alla propulsione aerospaziale, riconoscera' la peculiarita' della propulsione a getto nei settori scientifici, commerciali e della difesa. Lo studente apprendera' le soluzioni e le tecniche proprie della propulsione aerospaziale, i dettagli delle architetture, le tecnologie specifiche e i metodi di previsione delle prestazioni dei differenti propulsori. Disporra' di conoscenze e abilita' che gli permetteranno l'analisi ai fini progettuali dei propulsori aeronautici e spaziali.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, esercitazioni in aula
TESTI CONSIGLIATI	Jack L. Kerrebroch, “Aircraft Engines and Gas Turbines”, The MIT Press, Cambridge Massachusetts. ISBN-13: 978-0262534031. ISBN-10: 0262534037. George P. Sutton, Oscar Biblarz, “Rocket Propulsion Elements”, John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-118-75365-1. Ronald D. Flack, "Fundamentals of Jet Propulsion with Applications", Cambridge Aerospace Series. ISBN: 9780521154178

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Introduzione al corso
1	I propulsori aeronautici
2	I propulsori dei lanciatori dei veicoli spaziali e dei missili
2	Il ramjet
1	Il turbogetto
1	Il turbogetto con post-bruciatore
3	Il Turbofan
3	Il turbofan con post-bruciatore
2	Il turboelica
2	Le prese d’aria subsoniche e supersoniche
1	I fuels e i green fuels aeronautici
2	La camera di combustione e il post-bruciatore dei propulsori aeronautici
2	L’ugello di scarico dei propulsori aeronautici
4	Il compressore e il fan dei propulsori aeronautici
3	La turbina dei propulsori aeronautici
2	Regolazione e controllo dei propulsori aeronautici
1	I propulsori aeronautici elettrici e ibridi
1	Certificazioni e regolamenti EASA sui propulsori aeronautici
3	Missioni spaziali, propulsione spaziale, requisiti dall'astrodinamica.
3	Fondamenti sugli endoreattori
3	L’ugello di scarico degli endoreattori
6	L’endoreattore a propellente solido
2	I propellenti solidi, la combustione dei propellenti solidi
2	La stabilita' di combustione dell’endoreattore a propellente solido
6	L’endoreattore a propellente liquido
2	Le turbopompe dell' endoreattore a propellente liquido
2	I propellenti liquidi, la combustione dei propellenti liquidi
2	La stabilita' di combustione dell’endoreattore a propellente liquido
3	Regolazione e controllo degli endoreattori

ORE	Esercitazioni
2	Il ramjet
4	Il turbofan
3	Il turbofan con post-bruciatore
2	Le prese d’aria subsoniche e supersoniche
4	Il compressore assiale e il fan
3	La turbina assiale
8	L’endoreattore a propellente solido
8	L’endoreattore a propellente liquido
6	La combustione e la stabilita' di combustione negli endoreattori a propellente solido e liquido