



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**  
**SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE**

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE**

**GUIDA DELLO STUDENTE**

**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA**  
**AEROSPAZIALE**

*Classe delle Lauree in Ingegneria Industriale, Classe N. L-9*

Napoli, luglio 2017

## **Finalità del Corso di Studi e sbocchi occupazionali**

L'Ingegneria Aerospaziale è certamente uno dei settori più avanzati dell'Ingegneria Industriale. L'esigenza di contenere i pesi, di avere un'elevata sicurezza dei sistemi che operano nell'atmosfera e nello spazio e di raggiungere elevate prestazioni comporta che la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di questi sistemi debbano essere costantemente aggiornati e migliorati. Di conseguenza, l'Ingegneria Aerospaziale, pur nel suo aspetto specialistico e dedicato, svolge il ruolo di settore trainante per numerose branche dell'ingegneria. Basti pensare a tutti gli sviluppi indotti, principalmente dal settore aerospaziale, nel campo della propulsione, delle strutture, dell'elettronica e delle telecomunicazioni.

Il corso di laurea prevede un giusto equilibrio tra discipline di base, affini, integrative e approfondimenti nello specifico settore professionale. Ciò da un lato garantisce una formazione adeguata per interpretare e descrivere i problemi classici dell'ingegneria, in particolare industriale, dall'altro offre la possibilità d'inserimento nel mondo del lavoro in settori molto specialistici ed a tecnologia avanzata.

L'obiettivo è quello di formare laureati che, sia pur focalizzati su un particolare profilo professionale, siano in grado di seguire la mobilità e la variabilità del mercato del lavoro e le continue innovazioni, che, giova sottolineare, proprio nel settore aerospaziale sono particolarmente forti. In maggiore dettaglio, gli sbocchi occupazionali classici del laureato in Ingegneria Aerospaziale sono l'industria aerospaziale, le industrie di costruzione ed esercizio di mezzi di trasporto veloci, gli enti e le aziende per la produzione e l'esercizio di macchine, impianti e apparecchiature dove sono rilevanti la fluidodinamica, le strutture leggere, la capacità di modellazione avanzata, il controllo dei sistemi, le tecnologie avanzate, gli enti di certificazione in campo aerospaziale e di controllo del traffico aereo, l'aeronautica militare e settori aeronautici di altre armi, le aziende per l'utilizzo a fini applicativi di sistemi aerospaziali (dalle compagnie aeree alle aziende per la ricerca sul territorio), le società di ingegneria, la libera professione.

Filoni culturali specifici sono la fluidodinamica, la meccanica del volo, le costruzioni, le strutture, le tecnologie, i sistemi e gli impianti aerospaziali, la propulsione aerea e spaziale. Le metodologie operative coprono, ad un primo livello d'approfondimento, le trattazioni teoriche, le prove sperimentali e le tecniche di risoluzione numerica, permettendo al laureato di gestire problemi nell'area culturale specifica. In particolare, il laureato in Ingegneria Aerospaziale è addestrato all'utilizzo delle conoscenze di base e di metodi, tecniche e strumenti aggiornati per interpretare, descrivere e risolvere problemi applicativi, anche se prevalentemente orientati ad un settore specifico dell'Ingegneria Industriale e ad un primo livello di approfondimento.

Il laureato in Ingegneria Aerospaziale dovrà, infine, essere in grado di utilizzare l'inglese ed essere in possesso di adeguate conoscenze che permettano l'uso degli strumenti informatici necessari nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali.

Il Corso di Studi prevede un test di ammissione obbligatorio finalizzato a valutare l'adeguatezza della preparazione di base e l'attitudine agli studi di Ingegneria. Informazioni sulle modalità di svolgimento del test e sulle eventuali prescrizioni conseguenti al mancato superamento sono reperibili sul sito: [www.scuolapsb.unina.it](http://www.scuolapsb.unina.it)

## **Manifesto degli Studi del Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale - AA 2017/2018**

*(in corsivo sono indicate le attività formative condivise dai Corsi di Studio afferenti alla Classe L-9)*

Insegnamento o attività formativa	Modulo	CFU	SSD	Tip.(*)	Propedeuticità
<b>I Anno – I Semestre</b>					
<i>Analisi matematica I</i>		9	MAT/05	1	
<i>Geometria e algebra</i>		6	MAT/03	1	
<i>Disegno tecnico industriale</i>		6	ING-IND/15	2	
Lingua inglese		3		5	
<b>I Anno – II Semestre</b>					
<i>Analisi matematica II</i>		9	MAT/05	1	Analisi matematica I
<i>Chimica</i>		6	CHIM/07	1	
<i>Elementi di informatica</i>		6	ING-INF/05	1	
<b>I Anno – Annuale</b>					
Fisica generale	<i>Fisica generale I (1° sem)</i>	6	FIS/01	1	
	<i>Fisica generale II (2° sem)</i>	6	FIS/01	1	
<b>II Anno – I Semestre</b>					
Fisica matematica		6	MAT/07	4	Analisi matematica I Geometria e algebra
Aerodinamica		9	ING-IND/06	2	Analisi matematica II Fisica generale
<b>II Anno – II Semestre</b>					
Strutture aerospaziali		9	ING-IND/04	2	Fisica matematica
<b>II Anno – Annuale</b>					
Gasdinamica	Termofluidodinamica (1° sem)	6	ING-IND/06	2	Analisi matematica II Fisica generale
	Gasdinamica (2° sem)	6	ING-IND/06	2	
Sistemi aerospaziali	Sistemi aerospaziali I (1° sem)	6	ING-IND/05	2	Analisi matematica II Geometria e algebra
	Sistemi aerospaziali II (2° sem)	6	ING-IND/05	2	Fisica generale
Meccanica del volo	Prestazioni (1° sem)	6	ING-IND/03	2	Analisi matematica II Geometria e algebra
	Manovre e stabilità (2° sem)	6	ING-IND/03	2	Fisica generale
<b>III Anno – I semestre</b>					
Tecnologie dei materiali aerospaziali		6	ING-IND/16	4	Chimica
Metodi numerici in ingegneria aerospaziale		6	ING-IND/06	2	Elementi di informatica Aerodinamica Gasdinamica
Laboratorio di metodi numerici in ingegneria aerospaziale		3		6	
Costruzioni aerospaziali I		9	ING-IND/04	2	Strutture aerospaziali
<b>III Anno – II semestre</b>					
<i>Elettrotecnica</i>		6	ING-IND/31	2	Analisi matematica II Fisica generale
Propulsione aerospaziale		9	ING-IND/07	2	Chimica, Aerodinamica Gasdinamica
Affidabilità e qualità		9	SEC-S/02	4	Analisi matematica II
Prova finale		3		5	
<b>III Anno – I e II semestre</b>					
A scelta autonoma dello studente		12		3	

**(\*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04**

<b>Attività formativa</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>rif. DM270/04</b>	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

**Insegnamenti suggeriti per la scelta autonoma**

**Insegnamenti attivati nel primo semestre**

<b>Insegnamento</b>	<b>Settore scientifico-disciplinare</b>	<b>CFU</b>	<b>Propedeuticità</b>
Disegno aerospaziale assistito dal calcolatore	ING-IND/15	6	Disegno tecnico industriale
Complementi di Costruzioni aerospaziali	ING-IND/04	3	Strutture aerospaziali
Tecnologie delle costruzioni aeronautiche	ING-IND/04	3	Strutture aerospaziali

**Insegnamenti attivati nel secondo semestre**

<b>Insegnamento</b>	<b>Settore scientifico-disciplinare</b>	<b>CFU</b>	<b>Propedeuticità</b>
Tecnologie speciali II	ING-IND/16	3	Tecnologie dei materiali aerospaziali
Normativa aeronautica	ING-IND/04	3	
Manutenzione degli aeromobili	ING-IND/04	3	
Sperimentazione delle strutture	ING-IND/04	6	Strutture aerospaziali
Fondamenti di progettazione strutturale delle Turbomacchine	ING-IND/04	3	

## Calendario delle attività didattiche - a.a. 2017/2018

	<i>Inizio</i>	<i>Termine</i>
1° periodo didattico	20 settembre 2017	15 dicembre 2017
1° periodo di esami <sup>^</sup>	16 dicembre 2017	04 marzo 2018
2° periodo didattico	05 marzo 2018	08 giugno 2018
2° periodo di esami <sup>^</sup>	09 giugno 2018	31 luglio 2018
3° periodo di esami <sup>^</sup>	27 agosto 2018	22 settembre 2018

<sup>^</sup> Gli studenti in corso possono sostenere prove di esame esclusivamente nel corso di tre "periodi di esame", con l'eccezione degli studenti iscritti all'ultimo anno del percorso normale di studi, per i quali vigono le seguenti disposizioni:

*gli allievi iscritti in corso all'ultimo anno del corso di laurea possono sostenere prove di esame a partire dalla conclusione dei corsi del I semestre, anche al di fuori dei "periodi di esame" sopra identificati, secondo la programmazione delle sedute di esame stabilita dai singoli docenti. Gli studenti che si trovano in questa condizione possono sostenere, pertanto: nei mesi da gennaio a maggio, gli esami in debito degli anni di corso precedenti nonché quelli del I semestre dell'ultimo anno; a partire dal mese di giugno, tutti gli esami.*

### Referenti del Corso di Studi

*Coordinatore dei Corsi di Studio in Ingegneria Aerospaziale* è il Professore Gennaro Cardone – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7682529 - e-mail: gennaro.cardone@unina.it

*Referente del Corso di Laurea per il Programma ERASMUS* è il Professore Francesco Marulo – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081-7683325 081-7683585 - e-mail: francesco.marulo@unina.it.

*Referente del Corso di Laurea per l'orientamento* è il Professore Francesco Franco – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081-7683632 - e-mail: francesco.franco@unina.it.

*insegnamento: Analisi Matematica I*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
MAT/05	9				✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** NESSUNO

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi al calcolo infinitesimale, differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale; fare acquisire adeguate capacità di formalizzazione logica e abilità operativa consapevole.

**PROGRAMMA**

Numeri reali. Numeri complessi. Funzioni elementari nel campo reale. Equazioni e disequazioni. Limiti delle funzioni reali di una variabile reale: proprietà dei limiti, operazioni con i limiti e forme indeterminate, infinitesimi, infiniti, calcolo di limiti. Funzioni continue: proprietà e principali teoremi. Calcolo differenziale per funzioni reali di una variabile reale: funzioni derivabili e significato geometrico della derivata, il differenziale, principali teoremi del calcolo differenziale, estremi relativi e assoluti, criteri di monotonia, funzioni convesse e concave, studio del grafico, formula di Taylor. Integrazione indefinita: primitive e regole di integrazione indefinita. Calcolo integrale per le funzioni continue in un intervallo compatto: proprietà e principali teoremi, area del rettangoloide, teorema fondamentale del calcolo integrale, calcolo di integrali definiti. Successioni e serie numeriche, serie geometrica, serie armonica.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni ed esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

Si veda il sito del docente su [www.webdocenti.unina.it](http://www.webdocenti.unina.it)

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	<b>Scritta e orale</b>	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	<b>A risposta multipla</b>	✓	<b>A risposta libera</b>	✓	<b>Esercizi numerici</b>	✓
Altro						

## insegnamento: Geometria e Algebra

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
MAT/03	6	✓			✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** NESSUNO

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

### OBIETTIVI FORMATIVI

Lo studente deve conoscere le definizioni e gli enunciati esposti nel corso delle lezioni e deve essere in grado di articolare le dimostrazioni dei principali enunciati sia per il loro intrinseco valore formativo, sia per essere in grado di applicare gli strumenti teorici acquisiti. Lo studente inoltre deve essere in grado di applicare i concetti ed i risultati acquisiti in due modi: generalizzare le tecniche studiate per ottenere risultati leggermente più avanzati e risolvere i problemi e gli esercizi che gli saranno proposti nelle prove di verifica scritte ed orali.

### PROGRAMMA

Strutture geometriche ed algebriche. Spazi vettoriali. Relazioni d'equivalenza e vettori liberi. Spazi vettoriali numerici e prodotto scalare standard. Dipendenza lineare, generatori, basi e dimensione. Sottospazi. Teorema di Grassmann. Matrici. Lo spazio delle matrici su un campo. Matrice trasposta. Matrici quadrate di vari tipi: triangolari, diagonali, simmetriche. Rango di una matrice. Prodotto righe per colonne. Il determinante di una matrice quadrata. Metodi di calcolo. Teoremi di Laplace, di Binet. Operazioni elementari sulle righe (o colonne) di una matrice. Metodi di triangolazione. Questioni di invertibilità. Sistemi di equazioni lineari. Compatibilità, sistemi equivalenti. Teoremi di Rouchè-Capelli e di Cramer. Calcolo delle soluzioni di un sistema compatibile. Sistemi parametrici. Applicazioni lineari. Nucleo e immagine. Monomorfismi, epimorfismi ed isomorfismi. L'isomorfismo coordinato. Matrice associata ad una applicazione lineare. Endomorfismi, autovalori, autovettori ed autospazi. Il polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e geometrica di un autovalore. Diagonalizzazione di un endomorfismo e di una matrice. Il Teorema Spettrale. Spazi vettoriali euclidei. Matrici ortogonali e basi ortonormali. Geometria del piano. Rappresentazione parametrica e cartesiana della retta. Fasci di rette. Cenni su questioni affini ed euclidee nel piano. Geometria dello spazio. Rappresentazione parametrica e cartesiana della retta e del piano. Fasci di piani. Cenni su questioni affini ed euclidee nello spazio: parallelismo, ortogonalità e incidenza tra rette, tra piani, e tra una retta ed un piano. Il problema della comune perpendicolare di due rette non parallele. Problemi metrici nello spazio.

### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni

### MATERIALE DIDATTICO

Elementi di Geometria e Algebra lineare - F.Orecchia - Ed. Liguori.  
Esercizi di Geometria I - F.Orecchia - Ed. Aracne.

### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	✓	A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro						

*insegnamento: Disegno Tecnico Industriale*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/15	6	✓			✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Interpretazione di disegni tecnici, valutando forma, funzione, lavorabilità, finitura superficiale e tolleranze dimensionali. Capacità di rappresentare organi di macchine, sistemi meccanici mediante disegni costruttivi di particolari e disegni d'assieme di montaggi semplici, nel rispetto della normativa internazionale. Capacità di elaborare disegni di sistemi meccanici semplici a partire dal loro studio funzionale e dall'analisi critica di differenti soluzioni progettuali. Capacità di scegliere elementi unificati sulla base delle condizioni di funzionamento.

**PROGRAMMA**

Standardizzazione e normazione nella progettazione industriale. Principali norme del disegno tecnico. Metodi di proiezione. Classificazione, scelta e rappresentazione delle sezioni. Quotatura funzionale, tecnologica e di collaudo. Cenni sui principali processi di lavorazione. Tolleranze dimensionali: dimensioni limite; gradi di tolleranza normalizzati; scostamenti fondamentali; sistemi di accoppiamento; tolleranze dimensionali generali. Scelta di accoppiamenti raccomandati. Calcolo di tolleranze e di accoppiamenti. Controllo delle tolleranze dimensionali e calibri. Errori microgeometrici: misura della rugosità, linea media e indici di rugosità superficiale. Relazione tra rugosità massima e tolleranza dimensionale. Collegamenti smontabili: sistemi di filettature e loro designazione; rappresentazione dei collegamenti filettati; dispositivi antisvitamento spontaneo. Collegamenti smontabili non filettati: chiavette e linguette; spine e perni; accoppiamenti scanalati; anelli di sicurezza e di arresto. Collegamenti fissi: rappresentazione di chiodature, rivettature e saldature. Criteri di scelta di collegamenti e cenni al problema del dimensionamento. Introduzione all'analisi funzionale di complessivi, riconoscimento di caratteristiche geometriche e rappresentazione di organi di macchine.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Svolgimento di elaborati grafici individuali a mano libera, disponibili su piattaforma multimediale (<http://www.federica.eu>) e successiva discussione critica in aula.

**MATERIALE DIDATTICO**

<http://www.federica.eu>, *Disegno Tecnico Industriale*, Corso MOOC, A. Lanzotti  
 Disegno Tecnico Industriale (2 volumi), 2016. Autori: E. Chirone, S. Tornincasa, Editore: Il Capitello  
 Norme UNI per il Disegno Meccanico

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro	L'allievo deve identificare e realizzare il disegno di un elemento di un complessivo di interesse industriale.					



*insegnamento: Analisi Matematica II*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
MAT/05	9	✓				✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** Analisi Matematica I

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi al calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di più variabili reali; fare acquisire abilità operativa consapevole.

**PROGRAMMA**

Successioni e serie di funzioni nel campo reale. Funzioni reali e vettoriali di più variabili reali: limiti, continuità e principali teoremi. Calcolo differenziale per le funzioni reali di più variabili reali: differenziabilità, teoremi fondamentali del calcolo differenziale, formula di Taylor. Estremi relativi e assoluti: condizioni necessarie, condizioni sufficienti. Integrali doppi e tripli di funzioni continue su insiemi compatti, formule di riduzione e cambiamento di variabili. Curve e superfici regolari, retta e piano tangenti, lunghezza di una curva e area di una superficie. Integrali curvilinei e integrali superficiali. Forme differenziali a coefficienti continui e integrali curvilinei di forme differenziali. Campi vettoriali gradienti, campi vettoriali irrotazionali. Teoremi della divergenza e di Stokes nel piano e nello spazio. Funzioni implicite e teorema del Dini. Equazioni differenziali in forma normale e problema di Cauchy, teoremi di esistenza e unicità. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili, equazioni differenziali lineari.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni ed esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

Si veda il sito del docente su [www.webdocenti.unina.it](http://www.webdocenti.unina.it)

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono:	A risposta multipla	✓	A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro:						

## insegnamento: **Chimica**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
CHIM/07	6	✓				✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** NESSUNO

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

### OBIETTIVI FORMATIVI

Conoscenza critica dei fondamenti chimici e chimico - fisici necessari per interpretare il comportamento e le trasformazioni della materia in relazione alle principali tecnologie e problematiche di tipo ingegneristico: materiali, produzione e accumulo di energia, inquinamento.  
 Individuazione e comprensione delle analogie tra le differenti fenomenologie e dei modelli termodinamico e meccanicistico di interpretazione delle stesse.

### PROGRAMMA

Leggi fondamentali della chimica. Elementi e composti. Masse atomiche relative. La mole. Relazioni stechiometriche. Numeri di ossidazione. Reazioni di ossido-riduzione. La struttura elettronica degli atomi, orbitali atomici. La tavola periodica. Il legame chimico. Legame covalente, legame covalente polare, elettronegatività. Legame ionico. Geometria molecolare: teoria VSEPR, Ibridizzazione  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ . Legami multipli. Molecole polari. Interazioni intermolecolari. Legge dei gas ideali. Il modello cinetico. La distribuzione delle velocità molecolari. Gas reali. Lo stato solido, solidi amorfi e cristallini. Classificazione dei solidi: molecolari, ionici, covalenti, metallici. Cenni di termodinamica chimica. Termochimica: legge di Hess. Transizioni di stato. La liquefazione dei gas. Temperatura critica. Stato liquido. La tensione di vapore e l'equilibrio liquido-vapore. I diagrammi di fase di una sostanza pura (H-T, P-T). Le soluzioni. Solubilizzazione e saturazione. I parametri che influenzano la solubilità. Proprietà delle soluzioni ideali e non ideali. La legge di Raoult. La distillazione. Crioscopia ed ebullioscopia. Diagramma di stato a più componenti (T/x). Cinetica chimica: velocità di reazione, leggi cinetiche e meccanismi di reazione. Teoria delle collisioni. L'equilibrio chimico. La legge d'azione di massa. Equilibri eterogenei. Equilibrio di dissociazione dell'acqua, acidi e basi secondo Bronsted-Lowry, il pH. Idrolisi salina. La neutralizzazione (forte/forte). Soluzioni elettrolitiche e loro proprietà. Elettrochimica: celle galvaniche ed elettrolitiche. Potenziali elettrochimici.

### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni.

### MATERIALE DIDATTICO

Libri di testo:

D.W. Oxtoby, H. P. Gillis, A. Campion, CHIMICA MODERNA, IV Ed. Edises (Napoli);  
 M. S. Silberberg, CHIMICA, III Ed. McGraw-Hill;  
 P. Atkins, L. Jones, PRINCIPI DI CHIMICA, III Ed. Zanichelli (Bologna)  
 I. Bertini, C. Luchinat, F. Mani, STECHIOMETRIA V Ed. Ambrosiana (Milano)  
 M. Giomini, E. Balestrieri, M. Giustini, FONDAMENTI DI STECHIOMETRIA, Edises (Napoli)

Materiale didattico disponibile sul sito dei docenti

### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	✓
Altro						

*insegnamento:* **Elementi di Informatica**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-INF/05	6	✓				✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** NESSUNO

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Conoscenza dei fondamenti teorici dell'informatica, dell'architettura dei calcolatori e dei linguaggi di programmazione ad alto livello. Conoscenze dei metodi e delle tecniche per lo sviluppo di programmi per la risoluzione di problemi di limitata complessità. Capacità di progettare e codificare algoritmi in linguaggio C/C++, secondo le tecniche di programmazione strutturata e modulare.

**PROGRAMMA)**

*Fondamenti teorici*

La rappresentazione dell'informazione. L'architettura dei sistemi di elaborazione: il modello di Von Neumann, principio di funzionamento del processore, le memorie, l'Input/Output. Il concetto di elaborazione e di algoritmo, macchine di Turing. Il ciclo di vita di un programma ed il processo di traduzione. Introduzione ai sistemi operativi.

*Fondamenti di programmazione*

Tipi di dato semplici e tipi di dato strutturati. Istruzioni elementari. La programmazione strutturata e strutture di controllo. Algoritmi su sequenze e array. L'input/output. I sottoprogrammi e le librerie standard. Linguaggio di programmazione: C/C++. Esercitazioni: impiego di un ambiente integrato di sviluppo dei programmi con esempi di algoritmi fondamentali e di tipo numerico.

**MODALITA' DIDATTICHE**

L'insegnamento comprende lezioni frontali ed esercitazioni sullo sviluppo di programmi in linguaggio C/C++. Le esercitazioni vengono svolte in aula con l'utilizzo di un ambiente di sviluppo integrato (IDE).

**MATERIALE DIDATTICO**

- A. Chianese, V. Moscato, A. Picariello: *Alla scoperta dei fondamenti dell'informatica. Un viaggio nel mondo dei bit*–Liguori Editore, 2008.
- E. Burattini, A. Chianese, V. Moscato, A. Picariello, C. Sansone: *Che C serve? Per iniziare a programmare*–Maggioli Editore, II edizione, settembre 2016.

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	✓	A risposta libera	✓	Esercizi numerici	
Altro						

*insegnamento: Fisica Generale modulo: Fisica Generale I*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
FIS/01	6	✓			✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

Classi				
Docenti				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Lo studente acquisirà i concetti fondamentali della Cinematica e della Dinamica dei punti materiali e dei corpi rigidi, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Acquisirà inoltre una abilità operativa consapevole nella risoluzione di esercizi numerici.

**PROGRAMMA**

Metodo scientifico. Cinematica del punto. Moto rettilineo: legge oraria, velocità e accelerazione media e istantanea. Derivazione e integrazione. Moti: uniforme, uniformemente accelerato, armonico, smorzato. Moti nel piano: velocità e accelerazione vettoriale media e istantanea, accelerazione normale e tangenziale. Moto del proiettile. Dinamica del punto: Leggi di Newton. Quantità di moto e impulso. Reazioni vincolari. Forza di gravità e forza peso, forza elastica, attrito statico e dinamico. Pendolo semplice. Tensione dei fili. Energia cinetica. Lavoro di una forza. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Momento angolare e momento delle forze. Dinamica dei sistemi di punti materiali. Quantità di moto, momento angolare ed energia totale del sistema. Teorema del centro di massa. Momento angolare e delle forze per i sistemi di punti materiali. Teoremi di Konig. Sistemi di forze parallele. Sistemi di riferimento in moto relativo. Trasformazioni Galileiane. Velocità e accelerazione di trascinarsi. Forze apparenti. Dinamica dei corpi rigidi: traslazioni, rotazioni e rototraslazioni. Rotazioni attorno ad un asse fisso: momento angolare e momento d'inerzia, assi principali d'inerzia, energia cinetica, lavoro. Il equazione cardinale. Teorema di Huygens-Steiner. Impulso angolare. Leggi di conservazione. Equilibrio dei corpi rigidi.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni, esercitazioni

**MATERIALE DIDATTICO**

"Elementi di Fisica: Meccanica e Termodinamica" - P.Mazzoldi, M.Nigro, C.Voci; "Fondamenti di Fisica" - D. Halliday, R. Resnick, J. Walker

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

*insegnamento: Fisica Generale modulo: Fisica Generale II*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
FIS/01	6	✓				✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Fisica Generale I**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Lo studente acquisirà i concetti fondamentali dell'Elettromagnetismo, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Acquisirà inoltre una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi numerici.

**PROGRAMMA**

Interazione elettrica. Il principio di conservazione della carica elettrica. Legge di Coulomb. Principio di sovrapposizione. Campo elettrico. Potenziale elettrostatico. Potenziale di dipolo. Forza risultante e momento risultante su un dipolo posto in un campo esterno. Flusso di un campo vettoriale. Legge di Gauss. Il campo elettrico in presenza di conduttori. Condensatori. Densità di energia del campo elettrico. Cenni sull'elettrostatica nei dielettrici. Correnti continue. Legge di Ohm. Legge di Joule. Forza elettromotrice di un generatore. Leggi di Kirchhoff. Circuito RC. Interazione magnetica. Forza di Lorentz. Forza su un conduttore percorso da corrente. Momento meccanico su una spira. Moto di una carica in un campo magnetico uniforme. Il campo magnetico generato da correnti stazionarie. Il campo di una spira a grande distanza. Il momento magnetico di una spira. La legge di Gauss per il magnetismo. Il teorema della circuitazione di Ampere. Cenni sulla magnetostatica nei mezzi materiali. Legge di Faraday. Coefficienti di Auto e Mutua induzione. Circuito RL. Densità di energia del campo magnetico. Corrente di spostamento. Equazioni di Maxwell. Cenni sulle onde elettromagnetiche.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni, esercitazioni singole e di gruppo

**MATERIALE DIDATTICO**

Fisica Vol. 2, Elettromagnetismo e onde, di [Massimo Nigro](#), [Paolo Mazzoldi](#), [Cesare Voci](#)  
 Fisica 2, di [David Halliday](#), [Robert Resnick](#), [Kenneth S. Krane](#)

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

## insegnamento: **Fisica Matematica**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
MAT07	6		✓		✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica I, Geometria e Algebra**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

### OBIETTIVI FORMATIVI

Apprendimento di alcuni basilari strumenti fisico-matematici della Meccanica: Cinematica rigida e con vincoli; Equazioni Cardinali della Dinamica (ECD) per sistemi di particelle isolate e/o solidi; Geometria delle masse e uso del tensore d'inerzia nella formulazione delle ECD per un solido; Statica delle strutture articolate, cioè strumenti teorici e pratici [Equazioni Cardinali della Statica (ECS), Principio dei Lavori Virtuali (PLV), metodi dei Nodi e di Ritter...] e strategie operative per l'analisi del loro equilibrio e dell'isostaticità, per il calcolo delle reazioni vincolari e della caratteristica interna della sollecitazione.

### PROGRAMMA

§ Richiami sui vettori e le operazioni con essi. Sistemi (o campi) di vettori applicati, momento polare, sua dipendenza dal polo. Asse centrale. Sistemi equivalenti e teoremi connessi (Varignon, etc). Centro di vettori paralleli. § Baricentro. Momenti e prodotti d'inerzia di un sistema materiale, loro variazione per traslazione o rotazione. Tensore d'inerzia, calcolo del momento angolare e dell'energia cinetica di un solido con un punto fisso. Ellissoide, assi, momenti principali e centrali di inerzia; loro determinazione grazie a simmetrie. Applicazioni a sistemi piani. § Moti rigidi: riferimenti solidali, descrizione lagrangiana o euleriana, formule di Poisson e delle velocità, invariante cinematico, asse e teorema di Mozzi, esempi. Moti rigidi piani, centri d'istantanea rotazione, teoremi connessi. Vincoli olonomi unilaterali/bilaterali, fissi/mobili, interni/esterni; grado di libertà e coordinate lagrangiane; spostamenti virtuali e grado di labilità. Analisi di un sistema vincolato con la matrice cinematica, o i centri di rotazione in sistemi articolati piani. § PLV: analisi dell'equilibrio e calcolo di reazioni vincolari dopo lo svincolamento. Calcolo con le ECS di reazioni vincolari esterne ed interne di strutture connesse, isostatiche, iperstatiche o labili. Arco a tre cerniere; travi Gerber; travature reticolari. Sforzi normale e di taglio, momenti torcente e flettente su una sezione di trave; aste scariche; metodi dei Nodi e di Ritter. § ECD nelle varie forme per sistemi materiali arbitrari. Schema ristretto. Teoremi di König e dell'energia cinetica. Leggi d'attrito. Vincoli ideali, lisci; Principio delle Reazioni Vincolari. ECD per solido con punto/asse fisso: studio di moto e reazioni vincolari; bilanciamento statico e dinamico; rotazioni permanenti; effetto giroscopico (cenni).

### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni, esercizi alla lavagna (in parte svolti da studenti), qualche breve sperimentazione in aula di fenomeni notevoli (effetto giroscopico, attrito, etc.).

### MATERIALE DIDATTICO

Appunti del corso. Libri di testo:  
 - A. D'Anna, P. Renno, "Lezioni di Meccanica Razionale", ED CUEN (1992).  
 - D'Acunto, Massarotti, "Meccanica razionale per l'ingegneria", Maggioli Ed. (2016).  
 - Biscari, Ruggeri, Saccomandi, Vianello, "Meccanica razionale per l'ingegneria", Springer (2016).

### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	✓	A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro						

**insegnamento: Aerodinamica**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	9		✓		✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi matematica II, Fisica generale**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Introdurre i principi fisici dell'Aerodinamica; spiegare la genesi delle forze aerodinamiche; derivare le equazioni generali per i diversi regimi dell'Aerodinamica; fornire il bagaglio culturale per lo studio di problemi della Aerodinamica introducendo i concetti generali dei numeri caratteristici, dell'analisi degli ordini di grandezza e delle piccole perturbazioni.

**PROGRAMMA**

Fenomenologie tipiche dell'Aerodinamica - Principi del volo - Genesi della portanza. Effetto Magnus. Effetti della viscosità. Resistenza d'attrito e di scia - Caratteristiche dell'atmosfera terrestre - Richiami di termodinamica di equilibrio. Equazioni del bilancio. Cenni di calcolo tensoriale. Cinematica dei fluidi. Tensore degli sforzi. Relazioni fenomenologiche. Numeri caratteristici e loro interpretazione cinematica, dinamica, energetica. Teorema di Crocco generalizzato. Teorema di Bernoulli. Circolazione della velocità e vorticità. Teoremi di Stokes, di Helmholtz, di Kelvin. Equazioni del moto non dissipativo in coordinate intrinseche. Moti potenziali incompressibili. Funzione potenziale e funzione di corrente. Equazione di Laplace e principio di sovrapposizione delle soluzioni. Soluzioni particolari. Combinazione di tipi fondamentali di moto. Moto intorno al cilindro. Cenni sulla teoria vorticoso dell'ala infinita. Piccole perturbazioni. Coefficienti aerodinamici e loro dipendenza dalla geometria, dall'angolo d'attacco, dai numeri di Reynolds e di Mach. Coefficiente di momento. Centro di pressione e fuoco. Profili alari, i profili NACA. Effetti della compressibilità. Similitudine subsonica. Formula di Prandtl-Glauert. Numero di Mach critico inferiore. Cenni sulla aerodinamica di profili in campo transonico e supersonico, l'ala a freccia. Strato limite. Analisi degli ordini di grandezza ed equazioni di Prandtl. Spessore di spostamento. Coefficiente d'attrito. Separazione dello strato limite. Caratteristiche dello strato limite su lastra piana. Cenni sullo strato limite turbolento. Azioni aerodinamiche. Metodo diretto e indiretto. Teorema di Kutta-Joukowski. Valutazione della resistenza aerodinamica col metodo indiretto. Teoria vorticoso dell'ala finita. Resistenza indotta. Ala ellittica. Il carico sull'ala. Polare del velivolo.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni; esercitazioni che richiedono l'uso sia di calcolatrici tascabili che di personal computers; proiezioni di filmati; esercitazioni in laboratorio alla galleria del vento.

**MATERIALE DIDATTICO**

Libri di testo (Aerodinamica Parte I e Parte II R. Monti e R. Savino, Liguori Editore); Slides del corso. CD con visione di materiale multimediale. Agli studenti sono fornite anche fotocopie di dati e grafici utili sia a fini esercitativi in aula che di laboratorio.

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

*insegnamento:* **Strutture Aerospaziali**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	9		✓			✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: FISICA MATEMATICA**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso presenta gli elementi di base della teoria dell'elasticità applicata alle strutture aerospaziali. L'allievo dovrebbe, al termine del corso, essere in grado di: (i) verificare (dal punto di vista e dello stress puntuale) travature reticolari e telai piani; (ii) dimensionare (con un dato margine di sicurezza) suddette strutture assemblate con elementi monodimensionali; (iii) verificare i flussi di taglio in una sezione sottile pluriconnessa.

**PROGRAMMA**

Analisi dello stato tensionale. Analisi della deformazione. Il problema dell'equilibrio elastico. Criteri di Resistenza Puntuale. Teoria del De Saint Venant. Sforzo normale centrato. Flessione retta. Flessione Deviata. Flessione composta. Torsione. Taglio. Diagrammi delle Sollecitazioni per strutture isostatiche. Classificazione strutture iperstatiche. Cedimenti e Distorsioni. Risoluzione delle travi iperstatiche. Metodi energetici nell'analisi strutturale ed applicazione al calcolo di travi isostatiche ed iperstatiche. Strutture a guscio a sezione aperta e chiusa sottoposte a sollecitazione completa.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali ed esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

**Per la teoria e una parte delle esercitazioni:**

- *Dispense preparate dal Prof. E. Ferrante (obbligatorio)*
- *Lezioni di Scienza delle Costruzioni preparate dal Prof. C. Franciosi (consigliato)*
- *Bruce K. Donaldson, Analysis of Aircraft tructures, An Introduction, (consigliato) 2nd Edition, Cambridge Aerospace Series, 2013, ISBN: 9781107668669*

**Per le esercitazioni:** *Temi discussi in aula*

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta	✓	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	✓
Altro						



*insegnamento: Gasdinamica – modulo: Termofluidodinamica*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING/IND-06	6		✓		✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** Analisi matematica II, Fisica Generale

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso è rivolto a allievi di ingegneria aerospaziale e intende introdurre i principi fisici della Termodinamica di equilibrio e dei cicli termodinamici; fornire il bagaglio culturale di base per lo studio di problemi della Meccanica dei fluidi, evidenziandone le connessioni con la Termodinamica; descrivere i meccanismi fondamentali della Trasmissione del calore e le loro applicazioni.

**PROGRAMMA**

Termodinamica di equilibrio. Energia interna. Equazioni di stato. Modelli di gas, gas perfetto. 1° e 2° principio della termodinamica. Trasformazioni elementari. Ciclo di Carnot e Entropia. Trasformazioni cicliche. Approccio assiomatico alla Termodinamica. Relazione fondamentale. Coppie coniugate. Stabilità termodinamica. Calori specifici e velocità del suono. Potenziali termodinamici. Equazioni del bilancio in Meccanica dei fluidi, per sistemi chiusi e aperti, in formulazione integrale. Teorema del trasporto di Reynolds. Conservazione della massa e dell'energia. Bilancio di entropia (2° principio). Bilancio della quantità di moto. Tensore degli sforzi. Fluido newtoniano. Moti unidimensionali stazionari. Equazione di Bernoulli per moti compressibili e incompressibili. Calcolo della spinta di un fluido. Meccanismi di trasmissione del calore. Conduzione. Soluzioni di semplici problemi di conduzione in regime unidimensionale. Irraggiamento. Leggi fondamentali, coefficienti di emissività, fattori di vista, scambio termico radiativo. Convezione forzata. Richiami di strato limite. Analogia di Reynolds. Correlazioni per il calcolo del numero di Nusselt per flussi esterni ed interni, in regime laminare e turbolento. Convezione naturale.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni, esercitazioni numeriche in aula, seminari applicativi.

**MATERIALE DIDATTICO**

Dispense di appunti dalle lezioni disponibili in download sul sito web dei docenti <https://www.docenti.unina.it>. Testi consigliati: E. Fermi, Thermodynamics, Dover; M.C. Potter, C.W. Somerton, Termodinamica per ingegneri, McGraw-Hill; G.M. Carlomagno, Elementi di Gasdinamica, Liguori; I. G. Currie, Fundamental Mechanics of Fluids 3rd Ed., Marcel DeKker Inc., F.M. White, Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill; Baher, K. Stephan, Heat and Mass Transfer, Springer.

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	Solo scritta	Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	A risposta libera	Esercizi numerici	
Altro				

*insegnamento: Gasdinamica – modulo: Gasdinamica*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	6		✓			✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** Analisi Matematica II, Fisica Generale

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Acquisizione dei fondamenti della Gasdinamica e in particolare dell'analisi dei moti in regime compressibile. Educazione all'impiego dei metodi elementari per il calcolo dei flussi supersonici e dei moti unidimensionali. Risoluzione di moti dissipativi con metodi integrali, con riferimento agli scambi sia di quantità di moto sia di calore.

**PROGRAMMA**

Condizioni di ristagno. Ellisse delle velocità. Velocità di propagazione dei piccoli disturbi di pressione. Moti in condotti ad area variabile. Onde d'urto normali. Onde d'urto normali in un gas più che perfetto. Onde d'urto normali non stazionarie. Onde d'urto oblique. Moto supersonico intorno a un diedro. Polare d'urto. Riflessioni di onde d'urto. Onde d'urto coniche. Espansione di Prandtl e Meyer. Profilo a diamante. Ugelli. Portata in un ugello. Ugello convergente collegato a un serbatoio. Solido della portata. Condizioni d'efflusso da un ugello convergente sottoespanso. Ugello convergente divergente collegato a un serbatoio. Portata in un ugello convergente divergente. Condizioni d'efflusso da un ugello convergente divergente. Svuotamento di un serbatoio. Stabilità di un'onda d'urto in un condotto ad area variabile. Gallerie del vento supersoniche. Prese d'aria subsoniche. Prese d'aria supersoniche. Introduzione al moto alla Fanno. Influenza del numero di Mach per un moto alla Fanno. Condotto alla Fanno collegato a un ugello convergente. Condotto alla Fanno collegato a un ugello convergente divergente. Temperatura di parete adiabatica. Moto isoterma. Introduzione al moto alla Rayleigh. Influenza del numero di Mach per un moto alla Rayleigh. Condotto alla Rayleigh collegato a un ugello convergente. Condotto alla Rayleigh collegato a un ugello convergente divergente.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni ed esercitazioni

**MATERIALE DIDATTICO**

G. M. Carlomagno, Elementi di Gasdinamica, 2009. Anderson, J. D., Modern Compressible Flow, 1990. Hodge B. K. and E K. Koenig, Compressible Fluid Dynamics: With Personal Computer Applications, 1995. Shapiro, A. H., The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid, Vol. I and II, 1953. Zucrow M. J. and J. D. Hoffman, Gas Dynamics, Vol. I, John Wiley & Sons, 1976 - Vol. II, 1985

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

*insegnamento:* **Sistemi aerospaziali – modulo Sistemi aerospaziali I**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	6		✓		✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi matematica II, Geometria e algebra, Fisica generale**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso intende fornire gli elementi essenziali per la modellazione matematico-fisica, lo studio della dinamica e controllo e l'analisi delle prestazioni dinamiche di sistemi aerospaziali. Sono studiate in dettaglio alcune soluzioni realizzative integrate, con particolare riferimento ad applicazioni in campo aeronautico, con l'obiettivo di mettere lo studente in condizione di padroneggiare, ad un primo livello di approfondimento, le problematiche teoriche di base che portano alla definizione di un controllore.

**PROGRAMMA**

Elementi fondamentali sui sistemi avionici: importanza e ruolo, tipologia, principali soluzioni costruttive, funzionamento e finalità. Modelli matematico-fisici linearizzati dei sistemi mediante rappresentazione con variabili di stato. Equilibrio, analisi di stabilità dei punti di equilibrio, equazioni di stato ed equazioni di output, matrice di transizione di stato e matrice funzione di trasferimento, studio delle prestazioni dei sistemi in termini di risposta all'impulso unitario, al gradino unitario ed a forzante periodica, risposta in frequenza, condizioni di stato stazionario. Metodi grafici per lo studio delle prestazioni. Esempi per sistemi del primo e del secondo ordine. Sistemi a ciclo aperto e ciclo chiuso, controllo con retroazione, logiche di controllo lineare e compensazione, progetto e studio delle prestazioni di controllori PID facendo uso di metodi analitici e grafici. Modelli di attuatori e servoattuatori idraulici ed esempi di soluzioni realizzative con trasmissione meccanica e con logica fly-by-wire di servoattuatori per la deflessione delle superfici aerodinamiche mobili.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni ed esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

Appunti delle lezioni. Testi per approfondimenti: Blakelock, J.H., Automatic Control of Aircraft and Missiles, 2nd ed., 1991, John Wiley & Sons; Hale, F.J., Introduction to control system analysis and design, 1988, Prentice-Hall International; McLean, D., Automatic Flight Control Systems, 1990, Prentice Hall International; Oppenheim, A.V., Willsky, A.S., e Young, I.T., Signals and systems, 1983, Prentice-Hall International; Palm III, W.J., Modeling, analysis, and control of dynamical systems, 1983, John Wiley & Sons

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

*insegnamento: Sistemi aerospaziali – modulo Sistemi aerospaziali II*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	6		✓			✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi matematica II, Geometria e algebra, Fisica generale**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso intende fornire gli elementi essenziali per la modellazione matematico-fisica e lo studio di problemi di astrodinamica e di stabilizzazione dell'assetto di sistemi aerospaziali. Sono studiate in dettaglio alcune condizioni operative classiche, con particolare riferimento ad applicazioni spaziali, con l'obiettivo di mettere lo studente in condizione di padroneggiare, ad un primo livello di approfondimento, le problematiche teoriche di base che portano alla definizione di una missione spaziale in termini di orbita ed assetto.

**PROGRAMMA**

Elementi di astrodinamica: sistemi di riferimento, sistemi di misura dei tempi, problema degli n corpi, problema dei due corpi, energia meccanica e momento della quantità di moto, leggi di Keplero e orbite coniche, equazione della traiettoria nel piano e nello spazio, problema di Keplero. Elementi sulle perturbazioni. Esempi ed applicazioni. Elementi di dinamica di assetto: sistemi di riferimento, momento della quantità di moto ed energia cinetica rotazionale, equazioni di Eulero, angoli di Eulero, definizione dell'assetto e matrici di trasformazione, equazioni cinematiche dell'assetto. Modelli linearizzati per satelliti stabilizzati su tre assi. Applicazione allo studio dell'assetto di satelliti liberi, assialsimmetrici e non, condizioni di stabilità del moto di assetto. Modellazione delle coppie di disturbo sull'assetto causate dalla resistenza aerodinamica, dal gradiente di gravità, dal campo magnetico terrestre e dalla pressione di radiazione solare, condizioni di equilibrio e analisi di stabilità dell'assetto per satelliti stabilizzati su tre assi basate sullo sfruttamento del gradiente di gravità in orbite circolari ed ellittiche. Precessione giroscopica stazionaria e stabilizzazione a spin. Esempi applicativi e principali soluzioni realizzative.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni ed esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

Appunti delle lezioni. Testi per approfondimenti: Bate, R.R., Mueller, D.D., e White, J.E., Fundamentals of astrodynamics, 1971; Chobotov, V.A., Spacecraft attitude dynamics and control, 1991, Krieger; Kaplan, M.H., Modern spacecraft dynamics & control, 1976, John Wiley & Sons; Thomson, W.T., Introduction to space dynamics, 1986, Dover; Wertz, J.R., ed., Spacecraft attitude determination and control, 1980, D. Reidel

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

*insegnamento: Meccanica del Volo– modulo Prestazioni*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/03	6		✓		✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica II, Geometria ed Algebra, Fisica Generale**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Partendo dai principi del volo di un aeromobile, il corso fornisce all'allievo gli strumenti per l'analisi ed il calcolo delle prestazioni di volo, di decollo ed atterraggio di un aeromobile.  
In particolare fornisce all'allievo capacità di valutazioni numeriche di prestazioni, autonomie, ecc. Si prevedono infatti numerosi esempi applicativi.

**PROGRAMMA**

Proprietà atmosfera tipo. Brevissimi richiami di aerodinamica del velivolo.  
Vari tipi di velivoli (velivoli leggeri, turboelica, trasporto a getto).  
Polare parabolica (esempi e valori tipici per i vari tipi di velivoli).  
Caratteristiche disponibili. Motori a pistoni, turboelica, motori turbofan, motori a getto.  
Cenni sul funzionamento delle eliche.  
Polari tecniche. Effetto peso del velivolo e quota. Punti caratteristici.  
Valutazioni matematiche, numeriche e fisiche. Prestazioni in volo livellato. Autonomie di distanza e di durata.  
Prestazioni di salita. Volo librato. Virata.  
Prestazioni di decollo ed atterraggio.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni sulla teoria e sviluppo in aula di una buona quantità di esercizi ed applicazioni

**MATERIALE DIDATTICO**

Slides ed appunti del corso.

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta	✓	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro	All'esame viene richiesto lo sviluppo di calcoli di prestazioni di velivolo ad elica e a getto					

*insegnamento: Meccanica del Volo– modulo Manovre e Stabilità*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/03	6		✓			✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Analisi Matematica II, Geometria ed Algebra, Fisica Generale**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il modulo è organizzato in due parti. L'obiettivo della prima parte del corso è fornire all'allievo gli elementi necessari ad interpretare le manovre di volo ed a predire il comportamento del velivolo e dei carichi da esse derivanti. Vengono approfondite tutte le derivate di stabilità, l'aerodinamica del velivolo e gli effetti della propulsione. Nella seconda parte il corso fornisce gli strumenti per una valutazione dell'equilibrio e delle caratteristiche di stabilità statica del velivolo sia a comandi bloccati sia a comandi liberi nel piano longitudinale e latero-direzionale.

**PROGRAMMA**

**Manovre in volo:**

Derivate di stabilità longitudinali e latero-direzionali e loro stima.  
Cenni sulle eliche. Effetti diretti ed indiretti della propulsione (elica e getti).  
Cenni sulle equazioni del moto.  
Manovre nel piano longitudinale (richiamata, etc.).  
Manovre nel piano latero-direzionale (virata, rollio, vite).

**Stabilità statica:**

Concetti di equilibrio e stabilità dei velivoli.  
Carichi sulle superfici di controllo (stabilizzatore, equilibratore, alettoni, timone).  
Stabilità ed equilibrio longitudinale – punto neutro a comandi bloccati e liberi.  
Stabilità ed equilibrio latero-direzionale.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni sulla teoria e sviluppo in aula di una buona quantità di esercizi ed applicazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

Slides ed appunti del corso.

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	Solo scritta	✓	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro	All'esame viene richiesto lo sviluppo di calcoli inerenti l'equilibrio e la stabilità di velivoli sia nel piano longitudinale che latero-direzionale				

## insegnamento: Tecnologia dei Materiali Aerospaziali

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/16	6			✓	✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Chimica**

Classi				
Docenti				

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti sia la comprensione delle potenzialità e delle applicazioni delle tecnologie di lavorazione più innovative in campo aerospaziale, sia gli strumenti ingegneristici necessari alla progettazione dei processi di produzione con tali tecnologie. Si pone, inoltre, l'obiettivo di formare una figura professionale capace di poter affrontare in maniera adeguata le problematiche e gli aspetti legati al settore delle tecnologie innovative.

### PROGRAMMA

I materiali compositi nel settore aerospaziale: definizione, struttura, vantaggi ed applicazioni. Le fibre, le matrici, il concetto di interfase e di interfaccia, le lamine, i laminati. Micromeccanica dei materiali compositi: la legge della media, il sistema di riferimento della lamina, il legame costitutivo della lamina, matrici di rigidità e cedevolezza. Macromeccanica dei materiali compositi, Teoria della laminazione. Prove di caratterizzazione meccanica dei materiali compositi: prova di trazione, prova di compressione, prova di flessione (a tre e a quattro punti), prova di taglio interlaminare, prova di taglio intralaminare. Tecnologie di fabbricazione di parti in materiale composito: formatura a mano, formatura per contatto e spruzzo, formatura in sacco con autoclave, formatura per avvolgimento, pultrusione e stampaggio per compressione. Tipologie di difettosità di parti in materiale composito. Controlli non distruttivi per parti in materiale composito: i controlli ad ultrasuoni, i controlli radiografici, i controlli termici ed i controlli per emissione acustica. Le leghe di titanio come metalli ad alte prestazioni per uso aerospaziale e la loro affinità con i materiali compositi. Tecnologie innovative in ambito aerospaziale La formatura superplastica: aspetti meccanici e tecnologie di lavorazione. La tecnologia a freddo Cold Gas Dynamic Spray. Le schiume metalliche: tecnologie di produzione, vantaggi e possibili applicazioni.

### MODALITA' DIDATTICHE

Il corso prevede oltre alle lezioni frontali in aula, esercitazioni pratiche in laboratorio in cui agli studenti vengono mostrate le fasi principali di realizzazione di un componente in materiale composito, nonché le prove meccaniche a cui esso verrà sottoposto.

### MATERIALE DIDATTICO

Il materiale didattico è presente interamente sul sito docenti.unina. Sullo stesso sito sono altresì riportati i riferimenti dei testi consigliati per approfondire gli argomenti trattati a lezione.

### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta	✓	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro						

*insegnamento: Metodi Numerici in Ingegneria Aerospaziale*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	6			✓	✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Elementi di informatica, Aerodinamica, Gasdinamica**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Sviluppo delle capacità di impiego del calcolatore nella risoluzione di problemi elementari di calcolo associati a equazioni algebriche ed integro-differenziali con approccio sia numerico che simbolico.

**PROGRAMMA)**

Calcolo scientifico e relativa programmazione in MATLAB (e/o dialetti, ad es. OCTAVE). Richiami di Algebra Lineare con particolare riferimento alla risoluzione numerica di sistemi lineari. Utilizzo di tools simbolici per la risoluzione di semplici problemi di calcolo. Teoria della interpolazione Lagrangiana monodimensionale. Cenni alla teoria dell'interpolazione Hermitiana e alla interpolazione Spline. Teoria della derivazione numerica. Principi dei metodi alle differenze. Cenni ai metodi ai volumi di controllo ed agli elementi finiti. Applicazioni a equazioni differenziali che modellano fenomeni di trasporto convettivo-diffusivo stazionario ed instazionario. Metodi di risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie. Problemi di valori ai limiti per equazioni differenziali ordinarie: tecniche shooting. Esercizi di scrittura e messa a punto di codici orientati a fenomenologie spazio-temporali di tipo 1D e confronto con soluzioni analitiche e/o ottenute con tools simbolici

**MODALITA' DIDATTICHE**

Il corso è associato al Laboratorio di Metodi Numerici in Ingegneria aerospaziale (3CFU) costituito da esercitazioni al calcolatore

**MATERIALE DIDATTICO**

Testi classici di analisi numerica per PDE e ODE, script di esercitazioni svolte fornite durante il corso, appunti dalle lezioni

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Prova al calcolatore					



*insegnamento:* **COSTRUZIONI AEROSPAZIALI I**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	9			✓	✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Strutture Aerospaziali I**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso ha come obiettivo l'acquisizione di strumenti teorici e pratici per la risoluzione di problemi strutturali tramite il calcolo dello stato tensionale principalmente in strutture a guscio, il calcolo della stabilità dell'equilibrio elastico, il comportamento in post-buckling. Sono analizzate le condizioni di carico critiche come da normativa CS-23 e CS-25. Vengono infine introdotti i principi di fatica, aeroelasticità statica ed i materiali compositi.

**PROGRAMMA**

INTRODUZIONE ALLE STRUTTURE AERONAUTICHE: tipologie strutturali di ali, piani di coda, fusoliere. METODI ENERGETICI: Teoria principio dei lavori virtuali, Risoluzione di travi iperstatiche, Risoluzione ordinata di forza. PIASTRE SOTTILI PICCOLI SPOSTAMENTI: Piastra di Kirchhoff, Determinazione dell'equazione del piano elastico, effetto dei catichi nel piano. INSTABILITA' DELLE TRAVI E DELLE PIASTRE: Introduzione all'instabilità della trave con i metodi energetici e teoria di Eulero Johnson, metodo di Rayleigh Ritz. Instabilità non lineare e modulo tangente. Instabilità delle piastre, trattazione analitica. Instabilità delle strutture a pareti sottili, caso delle travi a sezione aperta, differenza tra buckling e crippling, regola di Johnson, regola degli angoli di Nedham. Effetto della compressione nella scelta dei materiali, buckling non elastico, effetto dei trattamenti superficiali, scelta dei materiali in un tipico caso aeronautico. Effetti composti: carichi multiassiali, pannelli curvi, pannelli irrigiditi (guscio pratico e SEC in post buckling) Tensione Diagonale: trattazione concettuale, Metodo NACA, metodo alternativo. CALCOLO DEI FLUSSI DI TAGLIO: Definizione guscio pratico e struttura ad elementi concentrati SEC (limiti e approssimazione, effetto dei vincoli). Assorbimento torsione in una struttura SEC (caso 4 solette 4 anime). DIAGRAMMI DI MANOVRA E RAFFICA. INTRODUZIONE AI MATERIALI COMPOSITI. CENNI DI AEROELASTICITÀ E FATICA

**MODALITA' DIDATTICHE**

Didattica tradizionale

**MATERIALE DIDATTICO**

- T.H. Megson, Aircraft structures for Engineering Students – Edward Arnold
- S. Timoshenko and J.M. Gere, Theory of Elastic stability, - McGraw Hill
- M.C.-Y. Niu, Airframe Stress Analysis and Sizing, Conmlit Press LTD 1999
- Appunti del corso,

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	✓
Altro	Sviluppo di elaborati					

*insegnamento: Elettrotecnica*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/31	6			✓		✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Fisica Generale**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso illustra gli aspetti di base, anche propedeutici a corsi successivi, della teoria dei circuiti elettrici e delle principali applicazioni tecniche dell'elettromagnetismo.

**PROGRAMMA**

Le grandezze elettriche fondamentali: l'intensità di corrente, la tensione; il modello circuitale. Bipoli. Modelli completi di rete. Elementi di topologia delle reti; conservazione delle potenze elettriche; Bipoli equivalenti; circuiti resistivi lineari, sovrapposizione degli effetti; generatori equivalenti. Bipoli dinamici. Cenni introduttivi sullo studio dei circuiti dinamici: Circuiti elementari del primo ordine. Metodo simbolico. Potenze in regime sinusoidale. Risoluzione di reti in regime sinusoidale. Risonanza. Reti trifasi simmetriche ed equilibrate. Rifasamento dei carichi trifasi. Conduzione stazionaria. Il circuito semplice. Resistenza di un conduttore. Dispersioni di terra. Magnetismo. Circuiti magnetici. Il trasformatore ideale ed i circuiti mutuamente accoppiati. Reti equivalenti. Prove sui trasformatori. Proprietà e caratteristiche del trasformatore. Studio di semplici impianti elettrici in bassa tensione, con particolare riguardo ai problemi di protezione e sicurezza elettrica. Protezione contro i contatti diretti e indiretti.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni ed esercitazioni in aula

**MATERIALE DIDATTICO**

Appunti del docente ed ulteriore materiale didattico disponibili sul sito web [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it)

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

## insegnamento: Propulsione Aerospaziale

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/07	9			✓		✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** Chimica, Aerodinamica, Gasdinamica

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

### OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire allo studente le nozioni fondamentali alla base del funzionamento dei sistemi di propulsione aerospaziale. Analizzare il ciclo termodinamico di un motore di tipo termico. Applicare l'aero-termodinamica unidimensionale, al fine di fornire una comprensione del funzionamento dei diversi sistemi di propulsione aerospaziale. Introdurre le principali configurazioni di aeroreattori ed endoreattori attualmente utilizzati e proposti per il futuro, con particolare riferimento alle metodologie per valutare i più importanti parametri propulsivi

### PROGRAMMA

Generalità sulla Propulsione Aerospaziale. Classificazione dei Sistemi propulsivi aerospaziali. Configurazioni di propulsori aeronautici a turbina. Principali parametri propulsivi. Il Ciclo termodinamico di un motore termico. Turboreattore semplice. Turbojet con postcombustore. Turboreattore a doppio flusso (turbofan). Turboelica. Ramjet, Scramjet. Processo di combustione. Entalpia di formazione e calore di reazione. Rapporto di miscelamento. Condizioni di equilibrio chimico. Fluidodinamica delle Turbomacchine: Il compressore, Teorema di Eulero delle turbomacchine, la turbina. Diagramma del compressore. Fluidodinamica delle prese d'aria e degli ugelli: Tipi differenti di presa d'aria: divergente, a corpo centrale. Funzionamento al di fuori delle condizioni di progetto. Ugelli: semplicemente convergente, ad area di uscita variabile, convergente-divergente, ugello a spina troncata, aerospike. Camere di combustione. Iniettori. Cenni sui sistemi di trasporto spaziale. Pluristadi. Endoreattori convenzionali: a propellenti solidi, liquidi e ibridi. Endoreattori non convenzionali.

### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni; esercitazioni che richiedono l'uso sia di calcolatrici tascabili che di personal computers.

### MATERIALE DIDATTICO)

Appunti e slides del corso. Agli studenti sono fornite anche fotocopie di dati e grafici utili ai fini esercitativi

### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	L'esame prevede una discussione degli elaborati e degli esercizi svolti al calcolatore					

*insegnamento: Affidabilità e Qualità*

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
SECS-S/02	9			✓		✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Capacità di valutare i rischi di guasto di unità e sistemi tecnologici sia in fase di progetto che di gestione degli stessi. Verifiche di affidabilità e collaudi di durata. Scelta della politica di manutenzione e valutazione del costo per ciclo di vita di unità tecnologiche. Capacità d'impiegare i metodi statistici per la valutazione, il controllo e il miglioramento della qualità dei processi produttivi. Capacità di collaudare la qualità di un lotto di prodotti.

**PROGRAMMA**

Fondamenti di Calcolo delle Probabilità. Variabili aleatorie. Funzione affidabilità e sue proprietà. Vita media. Tasso di guasto. Modelli di affidabilità: genesi ed approccio probabilistico. Guasti per deriva e per sollecitazione eccessiva. Modello Sollecitazione Resistenza. Trasformazioni di variabili aleatorie. Metodo dei momenti. Affidabilità di sistemi non riparabili: sistemi serie, parallelo e stand-by. Sistemi di protezione e sicurezza. Alberi dei guasti. Ripartizione dell'affidabilità. Affidabilità di unità riparabili. Disponibilità e manutenibilità. Politiche di manutenzione. Studio sperimentale di variabili aleatorie e stima parametrica. Analisi sperimentale dei dati di guasto: stima dell'affidabilità di unità riparabili e non. Campioni completi e censurati Metodo della Massima Verosimiglianza. Metodi grafici: carte di probabilità. Metodi non parametrici. Affidabilità e analisi economica dei guasti. Modelli previsionali di costo per ciclo di vita. Elementi di controllo statistico di processo: carte di controllo, indici di capacità di processo e collaudo in accettazione.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Seminari RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety).

**MATERIALE DIDATTICO**

P. Erto, 2008, Probabilità e statistica per le scienze e l'ingegneria 3/ed, McGraw-Hill

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	✓
Altro						

*insegnamento:* **Disegno Aerospaziale assistito dal calcolatore**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
SECS-S/02	9			✓	✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: DISEGNO TECNICO INDUSTRIALE**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Apprendimento delle principali e più recenti tecniche di modellazione geometrica 3D. Uso di software parametrico-associativi per il disegno di componenti di interesse meccanico ed aeronautico. Analisi critica e realizzazione di disegni costruttivi a partire da modelli 3D. Introduzione allo studio delle più diffuse tecniche di resa foto-realistica (Rendering) e capacità di rappresentare in ambiente virtuale scene complesse con effetti fotorealistici. Analisi delle principali tecniche di Reverse Engineering e capacità di ricostruire forme a partire da nuvole di punti (Curve and Surface fitting). Cenni sulle tolleranze geometriche e sulla modellazione agli elementi finiti.

**PROGRAMMA**

Modellazione geometrica: wireframe, per superfici, Primitive Instancing, CSG, B-Rep, Feature Based Modeling. Modellazione di assiemi. Analisi di interferenze. Drafting. Analisi e simulazione di cinematismi mediante software 3D parametrici.  
 Tecniche di Reverse Engineering. Nuvole di punti. Sistemi a contatto e non a contatto. Algoritmi e software per la ricostruzione di curve e superfici (Curve and Surface fitting). Riconoscimento di caratteristiche tecnologiche e ricostruzione geometrica (Feature recognition and reconstruction). Tecniche di fotogrammetria.  
 Curve e superfici: curve di Hermite, Spline, Bézier, B-Spline, NURBS.  
 Analisi di complessivi meccanici. Riconoscimento di caratteristiche tecnologiche. Trasmissione del moto. Componenti tipici di complessivi meccanici.  
 Cenni sulla modellazione agli elementi finiti (FEM) mediante software CAD parametrici.  
 Tecniche di resa fotorealistica. Algoritmi di Ray-Tracing e Radiosity.  
 Modellazione CAD 3D mediante software parametrici di componenti di interesse aeronautico e aerospaziale.  
 Tolleranze geometriche (Cenni).

**MODALITA' DIDATTICHE**

Svolgimento di elaborati grafici individuali e realizzazione di modelli 3D mediante uso di software parametrico-associativi.

**MATERIALE DIDATTICO**

Disegno Tecnico Industriale (2 volumi), 2016. Autori: E. Chirone, S. Tornincasa, Editore: Il Capitello  
 G. R. Bertoline, E. N. Wiebe, Fondamenti di comunicazione grafica, McGraw Hill, 2003.  
 Norme UNI per il Disegno Meccanico.  
 Dispense del corso.

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro	L'allievo deve svolgere una prova al calcolatore sulla modellazione e sulla rappresentazione di uno o più elementi di un complessivo di interesse industriale.					

*insegnamento:* **TECNOLOGIE DELLE COSTRUZIONI AERONAUTICHE**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	3			✓	✓		✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti: STRUTTURE AEROSPAZIALI**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso fornisce una panoramica sulle moderne tecniche di realizzazione dei componenti di maggior rilievo e di assemblaggio dei velivoli commerciali partendo dai requisiti principali del prodotto aeronautico fino ad arrivare all'analisi delle problematiche in servizio. Particolare attenzione è dedicata alle tecnologie innovative e agli aspetti di sostenibilità economica dei diversi processi mentre le tecniche tradizionali sono analizzate alla luce delle esigenze delle moderne aziende aeronautiche (ratei di produzione, normative sull'inquinamento etc.).

**PROGRAMMA**

- Richiami sui requisiti del design aeronautico per i velivoli commerciali
- Leghe metalliche per applicazioni aeronautiche e trattamenti superficiali
- Tecniche di lavorazione dei metalli per produzioni in larga serie
- Materiali compositi per applicazioni aeronautiche: caratteristiche principali e criteri di dimensionamento
- Tecniche di trasformazione dei materiali compositi: stratificazione manuale, infusione liquida, stratificazione automatica, resin transfer moulding
- Tecniche di collegamento-giunzione mediante rivettatura e saldatura
- Sperimentazione di strutture/certificazione
- Tecniche di riparazione

Il programma fa riferimento a casi pratici illustrando con esempi le problematiche della moderna produzione aeronautica, con richiami ai concetti fondamentali di Strutture Aerospaziali, Tecnologie dei Materiali Aerospaziali e Normativa Aeronautica

**MODALITA' DIDATTICHE**

Il corso offre la possibilità di preparare un breve elaborato su uno dei temi affrontati da utilizzare come spunto di discussione durante la prova d'esame.

**MATERIALE DIDATTICO**

Appunti dalle lezioni. Testi di approfondimento consigliati:

- Niu – Airframe Structural Design, Capitoli 2-4-7-14
- Niu – Composite Airframe Structure, Capitoli 1-2-4
- F.C. Campbell – Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials, Capitoli 2-7-11
- 

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	Solo scritta	Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	A risposta libera	Esercizi numerici	
Altro				

## insegnamento: Tecnologie Speciali II

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/16	3			✓		✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si propone di fornire conoscenze e competenze sul comportamento dei materiali metallici in applicazioni industriali e sui metodi per migliorarne e controllarne le caratteristiche di interesse.  
A partire dalla conoscenza dei legami di base, dei reticoli cristallini (ideali e reali) e del comportamento dei sistemi binari, si arriva alla conoscenza delle proprietà meccaniche di una lega binaria in funzione dei trattamenti termici di indurimento su di essa operabili.

### PROGRAMMA

#### Struttura e proprietà dei materiali metallici

- Nozioni di cristallografia, indici di Miller ed indici di direzione, legami dei solidi, difetti nei solidi cristallini.
- Stati della materia ed equazioni di stato. Sistemi a più componenti. Legge delle fasi o di Gibbs, passaggi di stato liquido-solido.
- Meccanismi di deformazione plastica dei materiali metallici. Dislocazioni e Piani geminati.
- Diagrammi di stato e solidificazione di sistemi a due componenti, sia ideale sia reale; piccola e grande segregazione.

#### Trattamenti termici

- Differenti tipi di trattamento termico.
- Trattamenti termici di leghe non ferrose: il sistema Alluminio Rame e la bonifica delle leghe leggere.

### MODALITÀ DIDATTICHE

Lezioni e seminari

### MATERIALE DIDATTICO

- F. Caiazza e V. Sergi, "Tecnologie Generali dei Materiali", UTET
- Ulteriori dispense di approfondimento disponibili sul sito del docente

### MODALITÀ DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

## insegnamento: **Normativa Aeronautica**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	3			✓		✓	✓	

### Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

### OBIETTIVI FORMATIVI

Gli argomenti trattati riguardano la normativa aeronautica in ambito certificato dall'Autorità Aeronautica Civile nazionale con lo scopo di:

- Illustrare gli aspetti più significativi della normativa in campo aeronautico
- Familiarizzare con le norme più impiegate e il processo di certificazione di imprese e prodotti in campo aeronautico
- Rendere consapevoli gli studenti della complessità delle normative, non solo la loro conoscenza.

### PROGRAMMA

Unità 0 : Presentazione del corso e programma  
 Unità 01: Ambiente normativo volontario – Famiglia delle norme ISO 9000 & Normativa di altri Enti Terzi  
 Unità 02: Ambiente normativo Cogente – ICAO & ENAC  
 Unità 03: Ambiente normativo Cogente – EASA  
 Unità 04: EC 748/2012- Generalità  
 Unità 05: EC 748/2012-Parte 21A-sub(J) – Certificazione delle Organizzazioni di Progettazione (DOA)  
 Unità 06: EC 748/2012-Parte 21A-sub(F)/(G) – Certificazione delle Organizzazioni di Produzione  
 Unità 07: EC 1321/2014- Generalità  
 Unità 08: EC 1321/2014- Allegato I – Parte M  
 Unità 09: EC 1321/2014- Allegato II - Parte 145  
 Unità 10: EC 1321/2014 Allegato III - Parte 66  
 Unità 11: Aircraft Certification- Documents

### MODALITÀ DIDATTICHE

n.11 Unità Didattiche distribuite su 6 Lezioni di 4 hh ciascuna per un totale di 24 hh. Descrizione delle tematiche con l'ausilio delle Slide.

### MATERIALE DIDATTICO

n. 630 Slides finalizzate ad esporre in modo strutturato e dettagliato i contenuti delle Unità Didattiche  
 n.1 Dispensa per ogni Unità Didattica  
 n.1 Test di Apprendimento (a risposta multipla) associato ad ogni Unità Didattica e finalizzato alla verifica dell'apprendimento

### MODALITÀ DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	✓	A risposta libera	✓	Esercizi numerici	
Altro						



## insegnamento: **Manutenzione degli Aeromobili**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	3			✓		✓	✓	

### Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

### OBIETTIVI FORMATIVI

Rendere partecipi gli Studenti delle tematiche relative alla Gestione Tecnica degli Aeromobili impiegati nel trasporto pubblico, finalizzata alla "Aeronavigabilità Continua", quale completamento del "circolo virtuoso" che comprende la Progettazione e la Costruzione.

Delineare il ruolo centrale dell' Ingegneria presso l' Operatore Aereo e le Imprese di Manutenzione Aeronautica, indicando i possibili sbocchi professionali per i giovani ingegneri.

### PROGRAMMA

La missione ed i requisiti dell' Operatore Aereo di Trasporto Pubblico. La struttura organizzativa dell' Esercente in armonia con i sani principi dell' impresa ed in rispondenza alle norme aeronautiche comunitarie ed internazionali.

Il significato e la rilevanza della "Continuing Airworthiness" degli Aeromobili in flotta; l'Organizzazione Tecnica ad essa preposta, con particolare enfasi sul ruolo ascrivito all' Ingegneria.

La Manutenzione Aeronautica quale strumento principe per garantire la "Continuing Airworthiness" degli Aeromobili: l' evoluzione delle Filosofie di Manutenzione con accenno ai criteri di identificazione dei "Maintenance Significant Items" e di definizione dei "Maintenance Tasks" .

La "Maintainability" quale dote primaria del progetto dell' aeromobile; l' evoluzione dalla Manutenzione di Progetto al Programma di Manutenzione dell'Operatore Aereo, attraverso il processo MRB (Maintenance Review Board).

L' esecuzione delle Manutenzioni degli Aeromobili, dei suoi Componenti e dei Motori.

I fattori basilari dell' affidabilità della Manutenzione Aeronautica; le metodiche di "Risk Assessment & Risk Management"; la rilevanza degli "Human Factors" nei processi di Manutenzione e l' implementazione del "Quality/Safety Management System" nell' Esercenza e nella Manutenzione degli Aeromobili.

### MODALITÀ DIDATTICHE

Lezioni con presentazione e discussione di casi reali.  
Visita ad un' Azienda Aeronautica (Maintenance – Repair – Hoverhaul) di riferimento.

### MATERIALE DIDATTICO

"slides" e filmati

### MODALITÀ DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

## *insegnamento:* **Sperimentazione delle Strutture**

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	6			✓		✓	✓	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** Strutture Aerospaziali

<b>Classi</b>				
<b>Docenti</b>				

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

I corso è di carattere prevalentemente applicativo e fornisce gli elementi, strumenti e metodi, per l'esecuzione di sperimentazioni su strutture e materiali di utilizzo aerospaziale.

Il corso prevede un percorso didattico che partendo dai principi della sperimentazione, introduce ai concetti di sperimentazione statica, a fatica, dinamica e vibro acustica di strutture di utilizzo aerospaziale. Alle lezioni in aula, si affiancheranno sedute in laboratorio per la gestione diretta degli esperimenti da parte degli allievi.

### **PROGRAMMA**

Sistemi di acquisizione dati, trasduttori di spostamento, deformazione, carico, velocità e accelerazione.

Tecniche puntuali e a tutto campo. Normative di prova. Analisi e interpretazione dei dati sperimentali. Prove su singoli elementi e su strutture complesse. Prove statiche e prove di fatica. Organizzazione di una prova statica: analisi dei carichi, metodi di applicazione dei carichi in prova, sistemi di misura. Analisi delle misure sperimentali e formulazione di un rapporto di prova. Macchine per prove full-scale. Indagini non distruttive.

Principi di sperimentazione dinamica e vibro acustica: strumentazione e tecniche di misura. La vibrometria laser-doppler. Gestione di un set-up di prova, analisi dei dati e redazione di rapporti tecnici in accordo alle principali norme di riferimento

### **MODALITÀ DIDATTICHE**

lezioni, prova in laboratorio.

### **MATERIALE DIDATTICO**

Appunti del corso, riferimenti bibliografici

### **MODALITÀ DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Discussione di un elaborato					

## Disposizioni per le opzioni dai corsi di studio degli ordinamenti preesistenti

**Corrispondenza fra CFU degli insegnamenti del Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale degli Ordinamenti preesistenti e CFU dei moduli del Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale dell'Ordinamento regolato dal D.M. 270/04, direttamente sostitutivo dei preesistenti.**

**Tabella 1: Opzioni dal Corso di Laurea regolato dall'ordinamento ex DM509/99 al Corso di Laurea regolato dall'ordinamento ex DM270/04**

- Ai CFU dell'insegnamento del preesistente ordinamento corrispondono i crediti indicati nella colonna 4, assegnati ai moduli del Corso di laurea del nuovo ordinamento riportati nella colonna 3.
- I CFU residui, differenza fra i CFU in colonna 2 e i CFU in colonna 4, sono attribuiti ai settori scientifico-disciplinari indicati in colonna 5. Essi potranno essere utilizzati nell'ambito delle attività formative autonomamente scelte dallo studente o in un Corso di laurea magistrale, con modalità che saranno specificate.
- Il riconoscimento di CFU acquisiti nell'ambito dei Corsi regolati dall'ordinamento ex 509/99 potrà avvenire nel caso in cui i CFU in colonna 2 siano in numero inferiore ai CFU in colonna 4 senza ulteriori adempimenti ove si riconosca la sostanziale coincidenza di obiettivi formativi e contenuti. Negli altri casi (contrassegnati da un asterisco in colonna 6) il riconoscimento avverrà previo colloquio integrativo con il docente titolare dell'insegnamento ex DM 270/04.

L'eventuale corrispondenza di insegnamenti dell'Ordinamento preesistente che non compaiono nella tabella sarà valutata caso per caso

1	2	3	4	5	6
L'insegnamento dell'Ordinamento preesistente	CFU	corrisponde al modulo del Corso di laurea del nuovo Ordinamento	CFU	Settore scientifico disciplinare dei CFU residui	
Analisi matematica I	9	Analisi matematica I	9		
Chimica	6	Chimica	6		
Geometria e algebra	6	Geometria e algebra	6		
Analisi matematica II	6	Analisi matematica II	9		*
Elementi di informatica	6	Elementi di informatica	6		
Lingua inglese	3	Lingua inglese	3		
Disegno tecnico aerospaziale	6	Disegno tecnico industriale	6		
Fisica generale I	6	Fisica generale	12		
Fisica generale II	6				
Aerodinamica	9	Aerodinamica	9		
Fisica matematica	6	Fisica matematica	6		
Termofluidodinamica	6	Gasdinamica	12		
Gasdinamica I	6				
Strutture aerospaziali I	6	Strutture aerospaziali	9		*
Costruzioni aeronautiche I	6	Costruzioni aeronautiche I	9		*
Strutture aerospaziali I	6	Strutture aerospaziali	9		
Costruzioni aeronautiche I	6				
Strutture aerospaziali II	6				
Impianti aerospaziali I	6	Sistemi aerospaziali	12		
Impianti aerospaziali II	6				
Meccanica del volo	6	Meccanica del volo I	12		
Manovre e stabilità statica	6				
Elettrotecnica	6	Elettrotecnica	6		
Tecnologie dei materiali aerospaziali	6	Tecnologie dei materiali aerospaziali	6		
Propulsione aerospaziale I	6	Propulsione aerospaziale	9		*
Aerodinamica sperimentale I	6	Metodi numerici e sperimentali	9	ING-IND/06	

Metodi di fluidodinamica numerica	6	in ingegneria aerospaziale		
-----------------------------------	---	----------------------------	--	--

**Tabella 2: Opzioni dal Corso di Laurea regolato dall'ordinamento ex legge 341/90 al Corso di Laurea regolato dall'ordinamento ex DM270/04**

- A ciascun insegnamento dell'Ordinamento ex legge 341/90 indicato in tabella nella colonna 1 sono assegnati i CFU indicati in colonna 2.
- Ai CFU dell'insegnamento dell'Ordinamento ex legge 341/90 corrispondono i crediti indicati nella colonna 4, assegnati ai moduli del Corso di laurea dell'ordinamento riportati nella colonna 3.
- I CFU residui, differenza fra i CFU in colonna 2 e i CFU in colonna 4, sono attribuiti ai settori scientifico-disciplinari indicati in colonna 5. Essi potranno essere utilizzati nell'ambito delle attività formative autonomamente scelte dallo studente o in un Corso di laurea magistrale, con modalità che saranno specificate.
- L'eventuale corrispondenza di insegnamenti dell'Ordinamento ex legge 341/90 che non compaiono nella tabella sarà valutata caso per caso.

1	2	3	4	5
<b>L'insegnamento dell'Ordinamento preesistente</b>	<b>CFU</b>	<b>corrisponde al modulo del Corso di laurea del nuovo Ordinamento</b>	<b>CFU</b>	<b>Settore scientifico - disciplinare dei CFU residui</b>
Analisi matematica I	10	Analisi matematica I	9	MAT/05
Chimica	10	Chimica	6	CHIM/07
Geometria	10	Geometria e algebra	6	MAT/03
Analisi matematica II	10	Analisi matematica II	9	MAT/05
Fondamenti di informatica	10	Elementi di informatica	6	ING-INF/05
Meccanica razionale	10	Fisica matematica	6	MAT/07
Elettrotecnica	10	Elettrotecnica	6	ING-IND/31
Fisica generale I	10	Fisica generale	12	FIS/01
Fisica generale II	10			
Disegno tecnico aerospaziale	10	Disegno tecnico industriale	6	ING-IND/15
Scienza e tecnologia dei materiali aeronautici ed aerospaziali	10	Tecnologie dei materiali aerospaziali	6	ING-IND/22
o Tecnologie speciali	10			ING-IND/16
Statistica e calcolo delle probabilità	10	Affidabilità e qualità	9	SEC-S/02
Aerodinamica	10	Aerodinamica	9	ING-IND/06
Scienze delle costruzioni	10	Strutture aerospaziali	9	ICAR/08
Costruzioni aeronautiche	10	Costruzioni aeronautiche I	9	ING-IND/04
Motori per aeromobili	10	Propulsione aerospaziale	9	ING-IND/07
o Propulsione aerospaziale	10			

