

**Syllabus of the knowledge, skills and abilities required for admission
to the Master's Degree Course in Aerospace Engineering
at the University of Padua**

Knowledge of mathematics, numerical analysis and analytical mechanics

Functions of a real variable, limits, differential and integral calculus. Function studies. Numerical series.

Linear algebra and its geometrical interpretation: vector spaces; linear functions; matrices and operations on matrices; eigenvalues, eigenvectors and their use; analytical solution of systems of linear equations.

Differential calculus for scalar and vector functions in several variables. Multiple, curvilinear and surface integrals. Optimisation in several variables, including constrained optimisation. Vector fields. Linear differential equations.

Representation of numbers in the computer. Sources of error in numerical algorithms. Development of algorithms for the numerical solution of: non-linear equations, systems of linear equations, approximation, quadrature and integration problems of differential equations.

Elements of Newtonian and Lagrangian mechanics: constrained systems of point masses and rigid bodies, conservation laws, analytical solutions of the two-body problem, stability, small oscillations.

Ability to apply theoretical knowledge in the solution of exercises.

Knowledge of chemistry

Atomic structure of matter; periodic properties; chemical bonding; classification of chemical reactions (exchange, precipitation, red-ox); stoichiometry; chemical equilibria in gas phase and in solution (acid-base and solubility); elements of thermodynamics applied to chemistry; elements of chemical kinetics; principles and application of electrochemistry; elements of organic and inorganic chemistry. Ability to apply theoretical knowledge in solving exercises.

Knowledge of physics

Scalar and vector physical quantities and units of measurement. Classical mechanics of the material point, systems of material points and the rigid body.

Basic laws of electromagnetism. Waves and vibrations in matter. Ability to apply theoretical knowledge in the solution of exercises.

Knowledge of thermodynamics and heat transfer

Physical systems, mass exchange, mass balance; work exchange, heat exchange, temperature; forms of energy, energy balance, energy aspects of combustion reactions. Clausius theorem, entropy, entropic balance for closed and open systems. Constitutive laws, state diagrams, model for ideal gases, model for incompressible substances.

Heat transmission, conduction, convection, radiation, heat exchangers.

Elementary transformations, thermal machines, direct cycles, inverse cycles.

Knowledge of aerospace engineering

Aerospace flight dynamics: Equation of motion in 2 body perturbed motion and identification of orbital elements. Orbital propagation in different references, observation, and ground track repeatability. Orbital manoeuvres for planetary and interplanetary transfers. Airplane flight dynamics: aerodynamic forces and moments on airfoils and application for finite wings. Effect of control surfaces, load factors and dynamic equations for horizontal flight and manoeuvring (climb, descent, loop, correct bank). Gliding and propelled flight, evaluation of thrust and power.

Equations of Fluid Mechanics: Continuity and momentum equation. Stokes' constitutive law. Navier-Stokes equations. Potential Motions, Lift Theory, Thin Profile Theory. Aerodynamic Resistance. Boundary layer: phenomenology and equations. Boundary layer separation mechanics. Wing geometrical parameters. Uniform straight flight. Wing aerodynamics.

Space systems engineering. Space mission: objectives and requirements. Stages of a space programme. Development strategies of a space system. Life cycle of a satellite. Launch loads: vibrational and thermal environment. Choice of orbit. Thermal control subsystem. Power subsystem. Telecommunication subsystem. Attitude determination and control subsystem.

Kinematics and statics of deformable bodies, linear elastic material, solution of statically determined structures, systems of beams, M-N-T diagrams, methods of forces and displacements, the virtual work theorem. De Saint Vénant's problem, equilibrium stability, Euler's beam, outline of the fatigue problem.

Basic tools, theoretical, regulatory and practical, for the understanding and realisation of technical documentation used in the development process of industrial products in general, with particular reference to the aerospace sector.

Other engineering knowledge

Linear electrical networks in steady state. Kirchhoff principles; main methods to study linear electrical networks. Current field, field equations. Electrostatics.

Electromagnetism (Ampere's law, Gauss's law, Faraday's law). RC and RL networks. Methods for studying electrical networks in sinusoidal regime, series and parallel resonance.

Definitions and physical properties of fluids. Equilibrium of fluids at rest; thrusts acting on plane and curved surfaces. Fluid kinematics. Fluid dynamics. Laminar motion. Turbulent motion.

Kinematics of mechanical systems: direct and inverse analysis of closed and open chains. Mechanical transmissions. Dynamics of mechanical systems: Newton's approach and energetic approach. Friction forces and efficiency of mechanical systems.

Main organisational structures and business functions; company financial statements and analysis of balance sheet using indices; cost classification; cost-effectiveness evaluations.

Language skills

Ability to read, listen and understand texts and technical discussions, even complex ones, in the English language.

**Syllabus delle conoscenze, competenze e abilità richieste per l'ammissione
al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale
dell'Università di Padova**

Conoscenze di matematica, analisi numerica e meccanica razionale

Funzioni di una variabile reale, limiti, calcolo differenziale e integrale. Studi di funzione. Serie numeriche.

Algebra lineare e sua interpretazione geometrica: spazi vettoriali; funzioni lineari; matrici e operazioni sulle matrici; autovalori, autovettori e loro utilizzo; soluzione analitica di sistemi di equazioni lineari.

Calcolo differenziale per funzioni scalari e vettoriali in più variabili. Integrali multipli, curvilinei e di superficie. Ottimizzazione in più variabili, compresa l'ottimizzazione vincolata. Campi vettoriali. Equazioni differenziali lineari.

Rappresentazione dei numeri nel computer. Fonti di errore negli algoritmi numerici. Sviluppo di algoritmi per la soluzione numerica di: equazioni non lineari, sistemi di equazioni lineari, problemi di approssimazione, quadratura e integrazione di equazioni differenziali.

Elementi di meccanica newtoniana e lagrangiana: sistemi vincolati di punti materiali e corpi rigidi, leggi di conservazione, soluzioni analitiche del problema dei 2 corpi, stabilità, piccole oscillazioni.

Capacità di applicare le conoscenze teoriche alla soluzione di esercizi.

Conoscenze di chimica

Struttura atomica della materia; proprietà periodiche; legame chimico; classificazione delle reazioni chimiche (scambio, precipitazione, red-ox); stechiometria; equilibri chimici in fase gassosa e in soluzione (acido-base e solubilità); elementi di termodinamica applicata alla chimica; elementi di cinetica chimica; principi e applicazioni di elettrochimica; elementi di chimica organica e inorganica. Capacità di applicare le conoscenze teoriche alla risoluzione di esercizi.

Conoscenza di fisica

Grandezze fisiche scalari e vettoriali e unità di misura. Meccanica classica del punto materiale, dei sistemi di punti materiali e del corpo rigido. Leggi fondamentali dell'elettromagnetismo. Onde e vibrazioni nella materia. Capacità di applicare le conoscenze teoriche alla soluzione di esercizi.

Conoscenze di termodinamica e di trasmissione del calore.

Sistemi fisici, scambio di massa, bilancio di massa; scambio di lavoro, scambio di calore, temperatura; forme di energia, bilancio energetico, aspetti energetici delle reazioni di combustione. Teorema di Clausius, entropia, bilancio entropico per sistemi chiusi e aperti. Leggi costitutive, diagrammi di stato, modello per i gas ideali, modello per le sostanze incompressibili. Trasmissione del calore, conduzione, convezione, irraggiamento, scambiatori di calore. Trasformazioni elementari, macchine termiche, cicli diretti, cicli inversi.

Conoscenze di ingegneria aerospaziale

Dinamica del volo aerospaziale: Equazione del moto, identificazione degli elementi orbitali e effetto delle perturbazioni. Propagazione orbitale in diversi riferimenti, osservazione e ripetibilità della traccia a terra. Manovre orbitali per trasferimenti planetari e interplanetari. Dinamica del volo aeronautico: forze e momenti aerodinamici sui profili alari e applicazione alle ali finite. Effetto delle superfici di controllo, fattori di carico ed equazioni per il volo orizzontale e manovre (salita, discesa, loop perfetto, virata corretta). Volo librato e a propulsione, valutazione della spinta e della potenza.

Equazioni della meccanica dei fluidi: Equazione di continuità e di quantità di moto. Legge costitutiva di Stokes. Equazioni di Navier-Stokes. Moti potenziali, teoria della portanza, teoria dei profili sottili. Resistenza aerodinamica. Strato limite: fenomenologia ed equazioni. Meccanica di separazione dello strato limite. Parametri geometrici dell'ala. Volo rettilineo uniforme. Aerodinamica dell'ala.

Ingegneria dei sistemi spaziali. Missione spaziale: obiettivi e requisiti. Fasi di un programma spaziale. Strategie di sviluppo di un sistema spaziale. Ciclo di vita di un satellite. Carichi di lancio: ambiente vibrazionale e termico. Scelta dell'orbita. Sottosistema di controllo termico. Sottosistema di potenza. Sottosistema di telecomunicazione. Sottosistema di determinazione e controllo dell'assetto.

Cinematica e statica dei corpi deformabili, materiale elastico lineare, soluzione di strutture staticamente determinate, sistemi di travi, diagrammi M-N-T, metodi delle forze e degli spostamenti, teorema dei lavori virtuali. Problema di De Saint Vénant, stabilità dell'equilibrio, trave di Eulero, il problema della fatica.

Strumenti di base, teorici, normativi e pratici, per la comprensione e la realizzazione della documentazione tecnica utilizzata nel processo di sviluppo dei prodotti industriali in generale, con particolare riferimento al settore aerospaziale.

Altre conoscenze ingegneristiche

Reti elettriche lineari in regime stazionario. Principi di Kirchhoff; principali metodi di studio delle reti elettriche lineari. Campo di corrente, equazioni di campo. Elettrostatica.

Elettromagnetismo (legge di Ampere, legge di Gauss, legge di Faraday). Reti RC e RL. Metodi di studio delle reti elettriche in regime sinusoidale, risonanza in serie e in parallelo.

Definizioni e proprietà fisiche dei fluidi. Equilibrio dei fluidi a riposo; spinte agenti su superfici piane e curve. Cinematica dei fluidi. Dinamica dei fluidi. Moto laminare. Moto turbolento.

Cinematica dei sistemi meccanici: analisi diretta e inversa di catene chiuse e aperte. Trasmissioni meccaniche. Dinamica dei sistemi meccanici: approccio di Newton e approccio energetico. Forze di attrito ed efficienza dei sistemi meccanici.

Principali strutture organizzative e funzioni aziendali; bilanci aziendali e analisi di bilancio mediante indici; classificazione dei costi; valutazioni di economicità.

Competenze linguistiche

Capacità di leggere, ascoltare e comprendere testi e discussioni tecniche, anche complesse, in lingua inglese.