

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Scienza Spaziale

SPACE SCIENCE

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	FISICA (LM-17)
Codice	8068795	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Inglese

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Dario Del Moro

CODOCENTE

Modulo:

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Conoscenze fondamentali sulle caratteristiche delle missioni di esplorazione planetaria e di osservazione della Terra e del cosmo dallo spazio; sulla loro definizione in termini di lancio, cruise e payload tecnico e scientifico. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Approfondita comprensione della dinamica dei lanciatori orbitali, della fisica dello spazio circumterrestre e delle conseguenze su strumentazione ed equipaggio. - Buona conoscenza dello stato dell'arte delle missioni di interesse astrofisico. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Capacità di definire le principali caratteristiche di una missione sulla base dei requisiti tecnico-scientifici. - Capacità di leggere e comprendere articoli scientifici recenti sulla fisica spaziale. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Capacità di eseguire ricerche bibliografiche di fisica spaziale, selezionando i materiali interessanti e valutandone i risultati principali. ABILITÀ COMUNICATIVE: Capacità di presentare ed organizzare l'esposizione di un argomento specialistico di approfondimento di fisica spaziale.- Padronanza della lingua inglese tale da permettere l'interazione con ricercatori di altri paesi. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Capacità di affrontare nuovi campi attraverso uno studio autonomo.
<i>English</i>	<i>LEARNING OUTCOMES: Fundamental knowledge on the characteristics of space mission for planetary exploration and Earth or Space observation; on their definition in term of launch, cruise and technical and scientific payloads necessities.</i> <i>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Detailed knowledge of the dynamics of orbital launchers, of circumterrestrial environment physics and its consequences on instrumentation and human crew. - Fair knowledge of the state of the art of relevant missions of astrophysical</i>

	<i>interest.</i> <i>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: To be able to define the main properties of a space mission on the basis of the technical and scientific requirements. - To be able to read and understand recent scientific articles about space physics.</i> <i>MAKING JUDGEMENTS: To be able to perform bibliographic searches on space physics, selecting interesting materials, and evaluating their main scientific results.</i> <i>COMMUNICATION SKILLS: To be able to present a in-depth study about space physics. - Good English language, to enable efficient interaction with researchers of other countries.</i> <i>LEARNING SKILLS: To be able to enter new fields through independent study.</i>
--	--

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenze di base di fisica generale e di fisica dei plasmi.
English	<i>Basic knowledge of general physics and plasma physics.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Fisica dell'ambiente spaziale terrestre: Ionosfera (Struttura, generazione, modello semplice e anomalie, perturbazioni); Magnetosfera (Campo geomagnetico, interazione del vento solare con il campo magnetico terrestre, formazione della magnetosfera, magnetopausa, coda geomagnetica, attività solare e perturbazioni magnetiche al suolo, sub-tempesta, tempesta magnetica); Moto di particelle cariche in un campo magnetico; Fasce di Van Allen; Fondamenti di fisica dei plasmi magnetizzati a bassa densità; Termosfera. Fondamenti di Astrodinamica: Vettori di lancio e propulsione (equazione di Tsiolkovsky, impulso specifico, razzi a più stadi, sistemi di propulsione); Orbite kepleriane (generalità sulle orbite, equazione del moto del satellite, costanti del moto, perturbazioni, sfera di influenza); Manovre orbitali (manovre a 1 o 2 impulsi, manovra di Hohmann, variazione del piano orbitale, rendez-vous); Concetti di missioni interplanetarie (approssimazione delle coniche raccordate, manovre di assistenza gravitazionale). Strumentazione di payload per spacecraft: Telerilevamento terrestre; Esplorazione planetaria: magnetometri; analizzatori di particelle cariche a bassa energia (coppa di Faraday, analizzatori di plasma, + rivelatori EM e MCP); sonda di Langmuir; Telescopi spaziali e osservatori. Intro: What this course is for and how 2h What is in the course? How/When will the lessons be? How is the exam? Concepts of Space Science. Brief history of Space research Section I: Physics of the Earth's space environment 2h Space regions in the Solar System. 2h The IMF: Solar Wind
----------	---



2h The IMF: Magnetic Field

2h The terrestrial atmosphere layers: The Ionosphere I

2h The Ionosphere II (Evolution time scales)

2h The Magnetosphere I (The Near Geomagnetic field)

2h The van Allen radiation belts (Trapped particles near the Earth)

2h The Magnetosphere II (The Distant Geomagnetic field)

2h The Magnetosphere Dynamics

2h The Extremely large CME scenario

2h Seminar on Sun-Earth Interactions

Section II: Fundamentals of Astrodynamics

2h Launch vehicles and propulsion (Tsiolkovsky equation, impulse, multi stage rockets, propulsion systems)

2h Keplerian Orbits (generalities on orbits, equation of satellite motion, motion constants)

2h Keplerian Orbits II (perturbations, nodal regression) + Libration (Lagrangian) Points

2h Orbital Maneuvers (1 or 2 impulse maneuvers, Hohmann maneuver, Orbital plane variation, Rendezvous)

2h Interplanetary missions' concepts (Influence sphere, patched-conics approximation, gravity assist maneuvers)

2h Seminar on spacecraft management

Section III: Spacecraft payload instrumentation

2h Space telescopes and observatories

2h Planetary exploration: Measuring Electric and Magnetic Fields + Plasma Properties

2h The Hubble Space Telescope

2h The Solar and Heliospheric Observatory

2h Seminar on spacecraft payloads

	2h Wrap-Up
English	<i>Physics of the Earth's space environment: Ionosphere (Structure, generation, simple model and anomalies, perturbations); Magnetosphere (Geomagnetic field, interaction of the solar wind with the Earth's magnetic field, magnetosphere formation, magnetopause, geomagnetic tail, solar activity and magnetic perturbations on the ground, sub-storm, magnetic storm.); Motion of charged particles in a magnetic field; Van Allen Belts; Basics of low density magnetized plasma physics; Thermosphere</i> <i>Fundamentals of Astrodynamics: Launch vehicles and propulsion (Tsiolkovsky equation, impulse, multi stage rockets, propulsion systems); Keplerian Orbits (generalities on orbits, equation of satellite motion, motion constants, perturbations, influence sphere); Orbital Maneuvers (1 or 2 impulse maneuvers, Hohmann maneuver, Orbital plane variation, Rendez-vous); Interplanetary missions' concepts (patched-conics approximation, gravity assist maneuvers)</i> <i>Spacecraft payload instrumentation: Earth remote sensing; Planetary exploration: magnetometers; low energy charged particle analyzers (faraday cup, plasma analyzers, + EM & MCP); Langmuir probe; Space telescopes and observatories.</i> Intro: What this course is for and how 2h What is in the course? How/When will the lessons be? How is the exam? Concepts of Space Science. Brief history of Space research Section I: Physics of the Earth's space environment 2h Space regions in the Solar System. 2h The IMF: Solar Wind 2h The IMF: Magnetic Field 2h The terrestrial atmosphere layers: The Ionosphere I 2h The Ionosphere II (Evolution time scales) 2h The Magnetosphere I (The Near Geomagnetic field) 2h The van Allen radiation belts (Trapped particles near the Earth) 2h The Magnetosphere II (The Distant Geomagnetic field) 2h The Magnetosphere Dynamics

	2h The Extremely large CME scenario 2h Seminar on Sun-Earth Interactions Section II: Fundamentals of Astrodynamics 2h Launch vehicles and propulsion (Tsiolkovsky equation, impulse, multi stage rockets, propulsion systems) 2h Keplerian Orbits (generalities on orbits, equation of satellite motion, motion constants) 2h Keplerian Orbits II (perturbations, nodal regression) + Libration (Lagrangian) Points 2h Orbital Maneuvers (1 or 2 impulse maneuvers, Hohmann maneuver, Orbital plane variation, Rendezvous) 2h Interplanetary missions' concepts (Influence sphere, patched-conics approximation, gravity assist maneuvers) 2h Seminar on spacecraft management Section III: Spacecraft payload instrumentation 2h Space telescopes and observatories 2h Planetary exploration: Measuring Electric and Magnetic Fields + Plasma Properties 2h The Hubble Space Telescope 2h The Solar and Heliospheric Observatory 2h Seminar on spacecraft payloads 2h Wrap-Up
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Bate, Mueller & White, Fundamentals of Astrodynamics, Dover Prolls, Physics of the Earth's Space Environment: An Introduction, Springer Dispense delle lezioni Articoli di letteratura aggiornati sugli argomenti trattati vengono indicati nel corso delle lezioni.
English	<i>Bate, Mueller & White, Fundamentals of Astrodynamics, Dover</i> <i>Prolls, Physics of the Earth's Space Environment: An Introduction, Springer</i> <i>Lecture Notes</i>

	<i>Updated literature papers on the topics covered by the course are mentioned during the lectures.</i>
--	---

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali in aula, integrate da presentazioni Power Point, uso della lavagna e altro materiale didattico
English	<i>Classroom lessons, integrated with Power Point presentations, chalkboard and other didactic material</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Lezioni in aula
English	<i>Class lectures</i>

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☐ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere ☒ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Dario Del Moro, Luca Gioannalli, Francesco Berrilli, Valentina Penza

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	L'esame consiste in un colloquio orale volto a verificare il livello di conoscenza degli argomenti trattati. La discussione inizia con una presentazione e una discussione di una relazione preparata dallo studente su una missione spaziale concordato con il docente. In seguito vengono proposte altre due domande su ulteriori argomenti svolti a lezione. Per superare l'esame occorre riportare un voto non inferiore a 18/30; più in particolare, la prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili
----------	--

	imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
English	<i>The exam consists of an oral interview aimed at assessing the student's level of knowledge of the topics covered.</i> <i>The discussion begins with a presentation and discussion of a report prepared by the student on a space mission agreed upon with the instructor. Two additional questions on further topics covered during lectures are then posed.</i> <i>To pass the exam, a grade of no less than 18/30 is required; more specifically, the exam will be assessed according to the following criteria:</i> <i>18-20: knowledge and understanding of topics only sufficient with possible imperfections; analytical skills, synthesis and judgment autonomy just sufficient.</i> <i>21-23: knowledge and understanding of topics at a basic level; Correct analysis and synthesis skills with consistent logical reasoning.</i> <i>24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical and synthesis skills with rigorous arguments.</i> <i>27-29: Complete knowledge and understanding of the topics; remarkable ability of analysis, synthesis. Good autonomy of judgment.</i> <i>30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of topics. Remarkable ability of analysis and synthesis and autonomy of judgment. Arguments expressed in an original way</i>