

LABORATORIO DI ASTROFISICA SPAZIALE - Dr. Anna Gregorio

Analisi dell'ambiente spaziale: dallo studio del Sole e dell'atmosfera terrestre e della loro interazione, all'astrodinamica con lo studio delle orbite e delle caratteristiche di una missione spaziale. Breve analisi dei sistemi che formano un satellite: propulsione, assetto, telecomunicazione, struttura e termico. Applicazioni in laboratorio ed esercitazioni con strumentazione e software.

1. **INTRODUZIONE ALLA FISICA SPAZIALE:** Scopi e storia dell'esplorazione spaziale: Premessa, Comunicazioni da satelliti, Meteorologia, Satelliti per navigazione, Geodesia, Fisica dello spazio.
2. **IL SOLE E L'AMBIENTE CIRCOSTANTE LA TERRA:** Il Sole: Introduzione: Struttura ed Atmosfera, Vento solare, Raggi cosmici, Ciclo solare; L'atmosfera: Struttura termica dell'atmosfera, Composizione dell'atmosfera, Temperatura e densità, Ozono atmosferico, Luminescenza notturna e diurna; La ionosfera: Struttura a regioni della ionosfera, Densità elettronica, Disturbi ionosferici, Processi di produzione e rimozione di elettroni, Densità elettroniche a grandi altezze, Interazione delle onde radio con la ionosfera, Misure di densità elettronica dallo spazio; La magnetosfera: Il campo magnetico terrestre, Magnetosfera, Relazioni Sole-Terra, Raggi cosmici solari e galattici; Le fasce di radiazione di Van Allen: La scoperta, Confinamento di particelle cariche in campi magnetici, Caratteristiche delle fasce di Van Allen, Aurora.
3. **INTRODUZIONE ALL'ASTRODINAMICA:** Orbite kepleriane: Equazioni del moto di un satellite, Costanti del moto, Equazioni del moto in termini d'anomalia eccentrica, Elementi orbitali, Equazioni del moto di un satellite in presenza di forze esterne, Effetto della triassialità della Terra, Effetto dell'attrito atmosferico, Forze gravitazionali del Sole e della Luna, Perturbazioni dovute alla pressione di radiazione solare; Generalità sulle orbite: Orbite progressive e retrograde, Velocità orbitale dei satelliti, Periodo siderale e sinodico, Diagrammi d'orbita, Orbite lagrangiane, Sonde interplanetarie; Cambiamenti d'orbita: Ellissi di trasferimento di Hohmann, Variazioni del piano dell'orbita, "Appuntamenti" in orbita, Finestre di lancio, Aggiustamenti dell'orbita; Scelta dell'orbita per un satellite astronomico: Premessa, Comunicazioni, Radiazione e particelle d'alta energia, Copertura del cielo, Effetti dell'atmosfera residua.
4. **GEOMETRIA DI UNA MISSIONE SPAZIALE:** Geometria sulla sfera celeste: Sfera celeste e sistemi di coordinate, Studio di eclissi da una LEO, Angolo Beta, Geometria della Terra vista dallo spazio, Moto apparente di un satellite per un osservatore sulla Terra, Satelliti in orbita geosincrona; Sperimentazione di Laboratorio: Uso di software di simulazione d'orbite e di missione
5. **PROPULSIONE E POTENZA NELLO SPAZIO:** Caratteristiche dei motori per razzi: Introduzione, Le equazioni e grandezze fondamentali della propulsione a razzo, Razzi a multistadi, Effetti della gravità e dell'attrito atmosferico, Disegno strutturale di un razzo; Sistemi di propulsione: Propulsione a gas freddo, Propulsione tramite reazioni chimiche, Motori a (bi-) propellente liquido, Propulsione tramite accelerazione di ioni o plasmi; Sistemi di potenza: Introduzione, Sistemi fotovoltaici, Sistemi statici, Sorgenti dinamiche, batterie. Sperimentazione in Laboratorio A: Misura di efficienze di celle solari
6. **SISTEMI D'ASSETTO:** Guida e controllo d'assetto: Introduzione, Prime fasi della navigazione Operazioni principali di controllo d'assetto, Requisiti di un sistema di controllo d'assetto, Sistemi di controllo passivo, Sistemi ad espulsione di massa, "Reaction wheels" e "Momentum wheels", "Magnetic torquers", Giroscopi, Controllo d'assetto tramite giroscopi, Valutazione delle coppie esterne di sviluppo, Manovre, Satelliti stabilizzati su tre assi; Sensori d'assetto: Sensori solari, Sensori solari analogici, Sensori di presenza, Sensori solari digitali ad un asse, Sensori solari digitali a due assi, Sensori d'orizzonte, Magnetometri, Sensori stellari. Sperimentazione in Laboratorio B: Calibrazione di un magnetometro.
7. **SISTEMA TERMICO (CENNI)**
8. **STRUTTURA DI UN SATELLITE (CENNI)**
9. **SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE (CENNI)**

LABORATORY OF SPACE ASTROPHYSICS - Dr. Anna Gregorio

Analysis of the space environment: from the study of the Sun, of the Earth atmosphere and of their interaction, to the astro-dynamics with a study of the orbits and an introduction to the characteristics of a space mission. Applications in laboratory and exercises with instrumentation and software.

1. INTRODUCTION TO THE SPACE PHYSICS

Purpose and history of the Space Exploration: Introduction, Communication, Meteorology, Navigation and Geodesic Satellites, Space Physics.

2. THE SUN AND THE ENVIRONMENT SURROUNDING THE EARTH

The Sun: Introduction: Structure and Atmosphere, Solar Wind, Cosmic Rays, Solar Cycle. The Earth Atmosphere: Thermal Structure of the Atmosphere, Composition of the Atmosphere, Temperature and Density, Atmospheric Ozone, Night and Day Airglow. The Ionosphere: Structure of the Ionosphere, Electronic Density, Ionospheric Disturbances, Processes of Electron Production and Removal, Interaction of Radio Waves with Ionosphere, Measurement of Electronic Density from the Space. The Magnetosphere: Earth Magnetic Field, Magnetosphere, Sun-Earth Interaction, Solar and Galactic Cosmic Rays. The Van Allen Radiation Belts: Discovery, Confinement of Charge Particles in Magnetic Fields, Characteristics of the Van Allen Belts, the Aurora.

3. INTRODUCTION TO THE ASTRO-DYNAMICS

Keplerian Orbits: Equations of a Satellite Motion, Motion Constants, Eccentric Anomaly, Orbital Elements, Equations of Satellite Motion with External Disturbances, Effect of the Earth Tri-axiality, Effect of the Atmospheric Drag, Gravitational Attraction of the Sun and Moon, Perturbations due to the Solar Radiation Pressure. Generalities on Orbits: Progressive and Retrograde Orbits, Satellite Orbital Velocity, Sidereal and Synodic Periods, Orbital Diagrams, Lagrangian Orbits, Interplanetary Spacecrafts. Orbital Change: Hohmann Transfer Ellipses, Orbital Plane Variation, In-orbit Appointment, Launch Windows, Orbit Adjustments. Choice of the Orbit: Introduction, Communications, Radiation and High Energy Particles, Sky Coverage, Effects of the Residual Atmosphere.

4. GEOMETRY OF A SPACE MISSION

Geometry on the Celestial Sphere: Celestial Sphere and Coordinate Systems, Study of the Eclipse from a LEO, Beta Angle, the Earth Geometry from the Space, Apparent Motion of a Satellite from an Earth Observer, Satellites in Geo-synchronous Orbits. Laboratory experiment: Use and Test of Software Dedicated to Orbit and Mission Simulation.

5. PROPULSION AND POWER SYSTEMS IN THE SPACE

Characteristics of the Rocket Engines: Introduction, the Rocket Equations, Multi-stage Rockets, Gravity Atmospheric Drag Effects, Structural Design of a Rocket. Propulsion System: Gas Propulsion, Chemical Propulsion, Liquid (bi-)Propellant Engines, Ion and Plasma Propulsion. Power System: Introduction, Photo-voltaic System, Static System, Dynamic Sources. Laboratory Experiment: Measurement of Solar Cell Efficiency.

6. ATTITUDE CONTROL AND DETERMINATION SYSTEM

Navigation and Attitude Control: Introduction, First Navigation Phases, Main Attitude Control Operations, Requirements of an Attitude Control System, Passive Control Systems, Thruster Systems, Reaction and Momentum Wheels, Magnetic Torquers, Attitude Control by Gyroscopes, Evaluation of External Torquers, Manoeuvres, Three Axis Stabilized Satellites. Attitude Sensors: Solar Sensors, Analogical Solar Sensors, Presence Sensors, Digital Solar Sensors, Horizon Sensors, Magnetometers, Stellar Sensors.

7. INTRODUCTION TO THE THERMAL SYSTEM

8. INTRODUCTION TO THE STRUCTURE OF A SATELLITE

9. INTRODUCTION TO THE TELE-COMMUNICATION SYSTEM