

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

ASTROPHYSICAL TECHNIQUES

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	FISICA (LM-17)
Codice	8068924	Canale	Unico
CFU	8	Lingua	Inglese

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Luca Giovannelli

CODOCENTE Valentina D'Orazi

Modulo:

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso è incentrato sulle tecniche astrofisiche, affrontando le diverse problematiche incontrate nell'acquisizione di dati da sorgenti astrofisiche, introducendo alcune tecniche di calibrazione della strumentazione e di massimizzazione del rapporto segnale rumore. Il corso si prefigge inoltre di fornire capacità di lavoro in laboratorio attraverso esperienze dirette di uso di strumentazione. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Approfondita comprensione delle tecniche di acquisizione e calibrazione dei dati. - Buona conoscenza dello stato dell'arte della strumentazione presentemente in uso in ambito astrofisico. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Comprendere i limiti di misura della strumentazione. Capacità di analizzare data-set astrofisici in modo autonomo. Capacità di applicare tecniche basilari di calibrazione a dati astrofisici. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Capacità di eseguire ricerche bibliografiche in tecniche astrofisiche e strumentazione, selezionando i materiali interessanti e valutandone i risultati principali. Capacità di discernere quale sia il miglior metodo per la misura di una sorgente astrofisica. ABILITÀ COMUNICATIVE: Capacità di presentare ed organizzare l'esposizione di un argomento specialistico di approfondimento di tecniche astrofisiche e strumentazione, mediante comunicazione scritta e orale. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Capacità di affrontare nuovi campi attraverso uno studio autonomo.
----------	--

English	<i>LEARNING OUTCOMES: The course focuses on astrophysical techniques, addressing the various problems encountered when acquiring data from astrophysical source, introducing some techniques for the calibration of the instrumentation and the enhancement of the signal to noise ratio. The course also aims to provide laboratory skills by hands-on experiences.</i> <i>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Deep understanding of techniques for data acquisition and calibration. Good knowledge of the state of the art of the instrumentation in use in present-day astrophysics.</i> <i>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Understanding the limits of the instrumentation. - Ability to unassistedly analyze astrophysical data-sets. Ability to apply basic calibration techniques to astrophysical data set.</i> <i>MAKING JUDGEMENTS: Ability to perform bibliographic research on astrophysical techniques and instrumentation, selecting interesting materials and evaluating the main results. Ability to understand which is the best approach to perform an astrophysical measure.</i> <i>COMMUNICATION SKILLS: Ability to present and organize the exposition of a specialized topic of astrophysical methods and instrumentation, using both oral and written communication.</i> <i>LEARNING SKILLS: To be able to approach new fields through independent study.</i>
---------	--

PREREQUISITI

Italiano	Il raggiungimento degli obiettivi formativi richiede una pre-esistente conoscenza di concetti di fisica generale, di statistica, di programmazione basica e di alcune tematiche di elettronica.
English	<i>The achievement of the learning outcomes needs a pre-existing knowledge about some topics of general physics, statistics, basic programming, and of some subjects of electronics.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Introduzione: Gli oggetti astrofisici osservabili (settimana 1). Astronomia Sferica e Sistemi di Coordinate: Coordinate geografiche - La sfera celeste - I sistemi di coordinate - Sistema altazimutale - Sistema equatoriale locale - Sistema equatoriale assoluto - Tempo siderale - Tempo solare - Tempo Universale - Giorno Giuliano (settimana 1). Acquisizione e riduzione dati I (Camera CCD): Camera CCD - Principi di funzionamento e proprietà di una CCD - Effetto Fotoelettrico - Image scale - Pixel scale - Campo di vista - Saturazione - Rumore - Sorgenti di rumore in astronomia - Rumore di Poisson - Rumore di readout - Immagini di Bias - Immagini di Dark - Immagini di flat-field - Defringing - Rapporto segnale rumore - Fotometria assoluta - Fotometria differenziale (settimana 2). Misure in Astronomia: Spettro elettromagnetico - Fotometria - Flusso e Luminosità - Magnitudini - Filtri fotometrici - Curva di luce - Indice di colore - Mezzo interstellare -
----------	--

	Estinzione - Arrossamento - Spettroscopia - Spettri astronomici - Effetto Doppler - Polarimetria - Polarimetro ideale - Parametri di Stokes - modulazione e demodulazione (settimana 3). Design ottico degli strumenti astronomici: Ottica parassiale - Superfici riflettenti - Superfici rifrattive - Lenti sottili - Principio di Fermat - Sezioni coniche. Lunghezza focale - Rapporto focale - Apertura - Ingrandimento - Potere risolutivo - Limite di diffrazione - Telescopi Rifrattori - Ottica non parassiale - Aberrazioni - Principali schemi ottici per i Telescopi- Principali montature meccaniche - (settimane 4-5). L'atmosfera terrestre e osservazione da terra: Struttura dell'atmosfera - Effetti sulle osservazioni astronomiche - Turbolenza atmosferica - Scelta dei siti osservativi - Osservatori Astronomici. Ottica attiva - Ottica adattiva - Osservazioni nell'Infrarosso - Chopping e Nodding (settimana 6). Telescopi Radio e Spaziali: Radio Telescopi - Radio-interferometria - Telescopi Spaziali e Rivelatori per i raggi X e gamma - Telescopi a luce Cerenkov - Orbite dei Telescopi Spaziali (settimana 7). Acquisizione e riduzione dati II (Spettroscopia): Spettrometri - Risoluzione spettrale - Potere risolutivo - Filtro interferenziale - Spettrometro di Fabry-Perot - Spettrometro di Michelson - Reticolo di diffrazione - Grism - Reticolo Echelle - Calibrazione degli spettri (settimane 8-9). In Laboratorio: Svolgimento di 12 laboratori pomeridiani per un totale di 48 ore con caratterizzazione e calibrazione di strumenti.
English	<i>Introduction: Observable astrophysical objects (week 1).</i> <i>Spherical Astronomy and Coordinate Systems: Geographic coordinates - The celestial sphere - Coordinate systems - Horizontal (altazimuth) system - Local equatorial system - Absolute equatorial system - Sidereal time - Solar time - Universal Time - Julian Day (week 1).</i> <i>Data Acquisition and Reduction I (CCD Camera): CCD Camera - Operating principles and properties of a CCD - Photoelectric effect - Image scale - Pixel scale - Field of view - Saturation - Noise - Noise sources in astronomy - Poisson noise - Readout noise - Bias frames - Dark frames - Flat-field frames - Defringing - Signal-to-noise ratio - Absolute photometry - Differential photometry (week 2).</i> <i>Measurements in Astronomy: Electromagnetic spectrum - Photometry - Flux and Luminosity - Magnitudes - Photometric filters - Light curve - Color index - Interstellar medium - Extinction - Reddening - Spectroscopy - Astronomical spectra - Doppler effect - Polarimetry - Ideal polarimeter - Stokes parameters - Modulation and demodulation (week 3).</i>

	<i>Optical Design of Astronomical Instruments: Paraxial optics - Reflective surfaces - Refractive surfaces - Thin lenses - Fermat's principle - Conic sections. Focal length - Focal ratio - Aperture - Magnification - Resolving power - Diffraction limit - Refracting telescopes - Non-paraxial optics - Aberrations - Main optical designs for telescopes - Main mechanical mounts (weeks 4-5).</i> <i>The Earth's Atmosphere and Ground-based Observations: Atmospheric structure - Effects on astronomical observations - Atmospheric turbulence - Selection of observing sites - Astronomical Observatories. Active optics - Adaptive optics - Infrared observations - Chopping and nodding (week 6).</i> <i>Radio and Space Telescopes: Radio Telescopes - Radio interferometry - Space Telescopes and X-ray and gamma-ray detectors - Cherenkov light telescopes - Orbits of Space Telescopes (week 7).</i> <i>Data Acquisition and Reduction II (Spectroscopy): Spectrometers - Spectral resolution - Resolving power - Interference filter - Fabry-Perot spectrometer - Michelson spectrometer - Diffraction grating - Grism - Echelle grating - Calibration of spectra (weeks 8-9).</i> <i>In the Laboratory: Execution of 12 afternoon laboratories for a total of 48 hours, covering instrument characterization and calibration.</i>
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Astrophysical Techniques, C.R. Kitchin, CRC Press Observational Astrophysics, Pierre Léna, Daniel Rouan, François Lebrun, François Mignard, Didier Pelat Fundamental Astronomy, Hannu Karttunen, Pekka Kröger, Heikki Oja, Markku Poutanen, Karl Johan Donner Astronomy Methods, Hale Bradt Dispense delle lezioni. Articoli di letteratura aggiornati sugli argomenti trattati vengono indicati nel corso delle lezioni.
English	<i>Astrophysical Techniques, C.R. Kitchin, CRC Press</i> <i>Observational Astrophysics, Pierre Léna, Daniel Rouan, François Lebrun, François Mignard, Didier Pelat</i> <i>Fundamental Astronomy, Hannu Karttunen, Pekka Kröger, Heikki Oja, Markku Poutanen, Karl Johan Donner</i> <i>Astronomy Methods, Hale Bradt</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 con utilizzo di lavagna ed ausili informatici, coadiuvate da una serie di attività di laboratorio, in cui gli studenti sono chiamati ad applicare le metodologie presentate a lezione su strumenti per misure di Astrofisica.
<i>English</i>	<i>Lectures, using both the chalk-board and slide presentations, supported by a number of laboratory sessions, where the students will have the opportunity to work on actual instrumentation for astrophysics measurements.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Il corso si articola in 32 ore di lezione frontali e 48 ore di attività di laboratorio per un totale di 8 CFU
<i>English</i>	<i>The course foresees 32 hours of lectures and 48 hours of laboratory activity, summing up to 8 CFUs.</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

Luca Giovannelli, Valentina D'Orazi, Francesco Tombesi, Dario Del Moro

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. Dovranno essere presentate le relazioni scritte dei progetti di gruppo relativi alle attività di laboratorio. 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 verifying the level of knowledge of the topics covered in class. Students must submit written reports for group projects related to lab activities.</i> <i>The examination will be evaluated according to the following criteria:</i> <i>Ineligible: major deficiencies and/or inaccuracy in knowledge and understanding of topics; limited analytical and synthesis skills, frequent generalizations.</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>