



UNIVERSITÀ DI PISA

ASTROFISICA OSSERVATIVA

ANGELO RICCIARDONE

Academic year **2023/24**
Course **FISICA**
Code **301BB**
Credits **9**

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ASTROFISICA OSSERVATIVA	FIS/01	LEZIONI	54	MASSIMILIANO RAZZANO ANGELO RICCIARDONE

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Fornire una solida conoscenza delle metodologie sperimentali legate all'osservazione di radiazione elettromagnetica, onde gravitazionali e raggi cosmici, e delle tecniche e principali software di analisi dati utilizzati in astrofisica e cosmologia. Imparare a sviluppare programmi di analisi dati utilizzando il linguaggio di programmazione Python e interpretare i dati raccolti. Dopo aver superato l'esame lo studente avrà una conoscenza dei principali metodi e strumenti di analisi dati in astrofisica e cosmologia.

Modalità di verifica delle conoscenze

Durante il corso saranno proposti progetti di analisi dati che dovranno essere affrontati sviluppando programmi e algoritmi per estrarre i principali parametri delle sorgenti astrofisiche, e preparare una relazione scientifica sui risultati ottenuti. Lo scopo del corso è di fornire agli studenti/studentesse i mezzi necessari per saper leggere e manipolare i dati raccolti da telescopi e strumenti operanti alle diverse lunghezze d'onda (onde radio, microonde, raggi X, luce visibile), e da rivelatori di onde gravitazionali.

Capacità

Sviluppare competenze di programmazione Python per sviluppare algoritmi di analisi dati relativi a osservazione di radiazione elettromagnetica, gravitazionale e cosmica, anche utilizzando le principali librerie di analisi dati Python.

Modalità di verifica delle capacità

Relazioni individuali e/o di gruppo sui progetti di analisi dati affrontati durante il corso da discutere durante colloquio orale a fine corso

Comportamenti

Durante il corso saranno acquisite opportune conoscenze e metodi, oltre che gli strumenti più all'avanguardia, per svolgere attività di raccolta e analisi di dati sperimentali.

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica dei comportamenti avverrà attraverso le relazioni che dovranno essere sviluppate durante il corso e attraverso il colloquio orale finale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

- Conoscenza delle tecniche di analisi statistica di base
- Conoscenza delle basi del linguaggio Python

Indicazioni metodologiche

Le lezioni saranno svolte sia in modalità frontale che in laboratorio. Le lezioni frontali saranno effettuate sia alla lavagna che con l'ausilio di slide/filmati.

Le lezioni in laboratorio saranno svolte sia singolarmente che in gruppo, usando i PC delle aule informatiche/laboratori qualora disponibili, o i PC personali degli studenti.

Verranno effettuate anche sessioni di osservazione guidata del cielo e raccolta di analisi dati utilizzando la dotazione del dipartimento



UNIVERSITÀ DI PISA

Programma (contenuti dell'insegnamento)

INTRODUZIONE

- Introduzione su coordinate astronomiche e trasformazioni di coordinate. Definizione di osservabili in astrofisica e relativi strumenti
- Introduzione alla programmazione Python e alle librerie dedicate all'astronomia e astrofisica osservativa (Astropy, Numpy, Scipy, Pandas)
- Introduzione all'utilizzo di pacchetti per lettura e manipolazione di dati astrofisici e formati di dati.
- Introduzione all'utilizzo e gestione di repository (e.g., GIT) e relativi comandi

LUCE VISIBILE e ONDE RADIO

- Richiami di ottica geometrica e configurazioni ottiche dei telescopi.
- Principali caratteristiche dei telescopi: ottiche e montatura. Storia e Tipologie di telescopi.
- Osservazioni dirette del cielo e acquisizione dati
- Flussi, magnitudini e grandezze fotometriche. Sistemi di acquisizione CCD.
- Sorgenti radio e radiotelescopi
- Esperienze di fotometria e radioastronomia
- Missione GAIA

RADIAZIONE COSMICA di MICROONDE (CMB)

- Definizione di corpo nero e fondo cosmico di microonde (CMB). Osservabili cosmologiche e telescopi per l'osservazione.
- Definizione di spettro angolare del CMB e relative proprietà
- Mappe e stime di parametri cosmologici. Utilizzo di Healpix, CLASS, etc.

SPETTROSCOPIA

- Introduzione a spettroscopia e spettrometri
- Analisi spettroscopiche basate su osservazioni dirette di oggetti celesti

ONDE GRAVITAZIONALI

- Cenni di relatività generale e introduzione alle onde gravitazionali. Principali sorgenti astrofisiche e cosmologiche di onde gravitazionali.
- Definizione di funzione di risposta di un interferometro e stima del segnale su rumore (SNR). Interferometri attuali (VIRGO, LIGO, KAGRA) e futuri (Einstein Telescope, Cosmic Explorer, LISA). Obiettivi scientifici.
- Definizione e ricostruzione del rumore.
- Progetto di analisi dati di coalescenza di un sistema binario compatto.
- Progetti di ricostruzione di un fondo stocastico di onde gravitazionali in presenza di noise e foregrounds.

STRUTTURE SU GRANDE SCALA (tempo permettendo)

- Introduzione a galassie, ammassi di galassie e clustering
- Introduzione a spettro di potenza di materia
- Analisi di auto e cross-correlazione di galassie
- Missione EUCLID e obiettivi

Bibliografia e materiale didattico

Observational Astrophysics, Robert Smith, Cambridge University Press;

Gravitational Waves, Vol. 1, Michele Maggiore, Oxford Edition;

Manuali e risorse sulla programmazione in Python e sull'uso dei software di riduzione dati impiegati nel corso forniti dal docente;

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale in cui vengono discussi i progetti di analisi dati realizzati durante il corso.

Ultimo aggiornamento 14/09/2023 18:50