UNIVERSITÀ DI PISA

MULTIMESSENGER PHYSICS LABORATORY

MASSIMILIANO RAZZANO

Anno accademico	2018/19
CdS	FISICA
Codice	327BB
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
MULTIMESSENGER PHYSICS LABORATORY	FIS/01	LEZIONI	54	BARBARA PATRICELLI MASSIMILIANO RAZZANO

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Dopo aver superato l'esame lo studente avrà acquisito 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 nell'astrofisica multimessaggera. Durante il corso gli studenti impareranno a sviluppare programmi di analisi articolati utilizzando il linguaggio di programmazione Python anche sfruttando la programmazione orientata agli oggetti.

Modalità di verifica delle conoscenze

Lo studente deve mostrare di saper leggere e manipolare i dati raccolti da telescopi operanti alle diverse lunghezze d'onda (in particolare raggi X e gamma), e da rivelatori di onde gravitazionali e di raggi cosmici. Durante il corso saranno proposti progetti di analisi dati in cui gli studenti dovranno sviluppare opportuni programmi e algoritmi per estrarre i principali paramentri delle sorgenti astrofisiche da analizzare, e preparare una relazione sui risultati ottenuti.
Metodi
- Progetti di analisi dati e relative relazioni di laboratorio
- Esame finale orale

Capacità

Capacità di leggere e dati osservativi, anche ritrovandoli su archivi online. Utilizzare il linguaggio di programmazione Python per sviluppare strumenti di analisi dati relativi a osservazione di radiazione elettromagnetica, gravitazionale e di raggi cosmici. Utilizzare i principali software di riduzioni dati nel dominio dei raggi X, raggi gamma, onde gravitazionali e raggi cosmici, anche utilizzando le principali librerie di analisi dati Python. Costruire un software di analisi dati per combinare dati osservativi provenienti da strumenti diversi nel contesto multimessaggero.

Modalità di verifica delle capacità

L'abilità nell'uso degli strumenti e metodi più adeguati per studiare una sorgente cosmica viene verificata durante i progetti di analisi dati durante l'anno e durante la prova orale finale.

Comportamenti

Lo studente acquisisce la terminologia corretta, sa utilizzare i metodi e i software di analisi più appropriati e, ove necessario, sa sviluppare semplici programmi di analisi in Python.

Modalità di verifica dei comportamenti

L'uso della terminologia corretta e il corretto ragionamento sono valutati nelle relazioni di laboratorio e durante la prova orale.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di base di relatività ed elettromagnetismo, di processi di interazione radiazione-materia. Conoscenza delle tecniche di analisi statistica di base. Conoscenza delle basi del linguaggio Python.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

INTRODUZIONE

- Richiami su grandezze fondamentali in astrofisica. Introduzione all'astrofisica multifrequenza. Cataloghi, formato dati e risorse online per astrofisica multifrequenza. Introduzione all'astrofisica multimessaggera, motivazione e principali risultati. Programmazione a oggetti con Python e librerie per astronomia
- Progetto di analisi dati su pianificazione di osservazione multimessaggera.

RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA DI ALTA ENERGIA

- Processi di emissione di radiazione X e gamma. Meccanismi di interazione radiazione materia ad alte energie e tecniche di rivelazione nell'astrofisica X e gamma. Polarimetria X. Principali rivelatori di raggi X e gamma: passato, presente e futuro. Principali sorgenti astrofisiche alle alte energie.
- Progetto di analisi dati su osservazione combinata X e gamma di una sorgente transiente. Il caso dei Gamma Ray Burst
- Progetto di analisi dati su osservazione X e gamma di una sorgente periodica. Il caso delle pulsar

RAGGI COSMICI

La radiazione cosmica di particelle cariche. Spettro e abbondanza dei raggi cosmici. Meccanismi di produzione e accelerazione dei raggi cosmici. Rivelatori di raggi cosmici da Terra e nello spazio. Neutrini da sorgenti astrofisiche: meccanismi di produzione. Rivelatori di neutrini astrofisici e principali risultati.

- Progetto di analisi dati su esperimenti di raggi cosmici.

ONDE GRAVITAZIONALI

Cenni di relatività generale e introduzione alle onde gravitazionali. Principali sorgenti di onde gravitazionali. Sorgenti transienti e continue a varie lunghezze d'onda. Rivelatori di onde gravitazionali. Dalle barre risonanti agli interferometri. Rivelatori interferometrici. Il problema del rumore. Scoperta delle onde gravitazionali e primi risultati. Formato dati e introduzione all'analisi dati. Analisi di segnale. Tecniche di rivelazione: Matched filtering e excess power. Stima dei parametri.

- Progetto di analisi dati di coalescenza di un sistema binario compatto.

UNIVERSITÀ DI PISA

Bibliografia e materiale didattico

Libri di testo universitari di astrofisica delle alte energie e di fisica delle onde gravitazionali (parti relative ai metodi sperimentali e all'analisi dei dati). In particolare:
- Longair, M. "High Energy Astrophysics", Cambridge Ed.
- Gaisser, T. K., Engel, T., Resconi, E., "Cosmic Rays and Particle Physics", Cambridge Ed.
- Maggiore, M. "Gravitational Waves, Vol. 1", Oxford Ed.
- Creighton, D.E. & Anderson, W. G., "Gravitational-Wave Physics and Astronomy", Wiley Ed.
- Manuali e risorse online sulla programmazione in Python e sull'uso dei software di riduzione dati impiegati nel corso.

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale in cui vengono descussi i progetti di analisi dati realizzati durante il corso. Le relazioni sui singoli progetti sono il punto di partenza per l'approfondimento delle tematiche sperimentali trattate nel corso.

Ultimo aggiornamento 15/11/2018 10:08