UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Stellar Astrophysics

2526-1-F5803Q002

Obiettivi

Questo corso fornisce un'introduzione alla fisica stellare, esplorando la formazione, l'evoluzione e gli stadi finali delle stelle. L'astrofisica stellare costituisce una componente fondamentale dell'astronomia moderna, offrendo strumenti essenziali per comprendere le proprietà delle galassie nel contesto cosmologico e per analizzare il ruolo dei processi stellari nell'arricchimento chimico e nella storia della formazione stellare dell'Universo.

L'acquisizione di conoscenza, capacità di comprensione e competenze in questo campo segue gli Indicatori di Dublino:

Conoscenza e capacità di comprensione (DdD1)

- conoscenza e comprensione degli equilibri stellar dato uno stato microfisico della materia grazie allo sviluppo di modelli;
- conoscenza e comprensione del ruolo della radiazione e della fisica nucleare nelle stelle;
- conocenza e comprensione degli equilibri stellari e del collasso gravitazionale;
- conocenza e comprensione della formazione stellare a livello di base.

Applicazione della conoscenza (DdD2)

- abilità di usare osservazioni astrofisiche al fine di costruire modelli da validare e vicolare utilizzando la meccanica classica e quantistica.
- applicazione del metodo scientifico alla fisica stellare utilizzando principalmente strumenti anaitici

**Autonomia di giudizio (DdD3) **

- analisi di problemi aperti utillizzando competenze trasversali.

Abilità nella comunicazione (DdD4)

- gli studenti saranno invitati a presentare e riassumere ai propri colleghi i concetti chiave dell'astrofisica stellare. Inoltre, l'argomento d'esame favorisce lo sviluppo di competenze comunicative con profondità e rigore.

Contenuti sintetici

- Le principali aree di studio dell'astrofisica stellare includono:

Struttura stellare: studio delle proprietà interne delle stelle - ruolo della gravità, termodinamica, meccanica quantistica e radiazione nel modellare le loro proprietà di equilibrio.

Evoluzione stellare: comprendere come le stelle cambiano nel tempo, ripercorrendo tutti gli stadi evolutivi fino alla formazione di nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri, in base alla massa stellare iniziale; comprendere l'arrichimento dei metalli nel mezzo interstellare e l'origine degli elementi.

Formazione stellare: studio del processo di collasso e frammentazione di nubi interstellari e formazione di ammassi stellari; ruolo della metallicità sulla funzione di massa.

Stelle in sistemi binari: studio della evoluzione stellare in sistemi binari e loro rivelabilità come sorgenti elettromagnetiche e gravitazionali.

Programma esteso

I. CONCETTI DI BASE

- Diagramma Hertzprung-Russell
- Equilibrio stellare, teroma del viriale, tempi-scala
- Processi radiativi: emissione di corpo nero, opacità nell'interno stellare, trasporto radiativo e convettivo
- Gas classici e quantistici
- Reazioni nucleari: energia di Gamov, combustione degli elementi e formazione dei metalli
- Stellar stability

II. STELLE: SEQUENZA PRINCIPALE

- Relazioni di scala
- Funzione di Massa (IMF)
- Massa Minima e Massima delle stelle

III. EVOLUZIONE STELLARE

- Il ruolo della gravità e della microfisica nell'evoluzione stellare
- Stelle degeneri: Massa di Chandrasekhar
- Stelle in evoluzione nel diagramma Hertzprung-Russell
- Giganti rosse, Branca orizzontale, AGB
- Stadi evolutivi in contesto avanzato (*)
- Supernovae (*)
- Feedback stellare (*)
- Collasso gravitazionale: fisica del neutrino e deleptonizzazione (*)
- Nane Bianche, Stelle di Neutroni e Buchi Neri - funzione di massa

- Raffreddamento delle nane bianche (*)
- Stellar evolution in binary systems (*)

IV. FORMAZIONE STELLARE

- Raffreddamento del gas protostellare
- Formazione stellare: Massa di Jeans, protostelle, traccia di Hayashi
- Stelle di III popolazione (*)
- Formazione stellare in ammassi (*)

L'asterisco indica una serie di argomenti avanzati che lo studente può esplorare in maggior dettaglio e presentare a completamento dell'esame di profitto.

Prerequisiti

Laurea Triennale in Fisica o Astronomia

Conoscenze in:

Analisi Matematica
Meccanica classica
Elettromagnetismo
Struttura della Materia
Meccanica Quantistica

Modalità didattica

Totale ore erogate 60 in modalità di Didattica Erogativa - Totale CFU 8
Tipologia:
42 ore di lezioni frontali, prevalentemente alla lavagna e occasionalmente col supporto di diapositive (6 crediti)
18 ore di esercitazioni e attività di supporto (2 crediti).

Non è prevista attività erogativa da remoto sincorna.
Le lezioni si svologono in lingua inglese.

Le registazioni delle lezioni condotte in anni precedenti sono rese disponibili per venire incontro alle esigenze di studenti con problemi di frequentazione.

Materiale didattico

Libri:

Notebook, "Stellar Astrophysiscs" by Chiesa con supervione di Colpi

Prialnik, “Stellar structure and evolution” - testo di riferimento del corso

Chiesa, "Stellar astrophyics" - compendio completo del corso

Phillips, “The Physics of Stars” - testo con ampia descrizione dei processi nucleari di fusione

Kippenhahn and Weigert, “Stellar structure and evolution” - testo avanzato importante per comprendere l'evoluzione stellare e la formazione stellare

Stahler and Palla, “The formation of stars” - testo avanzato

Armitage, "Astrophysics of planet formation" - testo di riferimento

Shapiro and Teukolsky, “Black holes, white dwrafs and neutron stars” - testo fondamentale per comprendere le proprietà degli oggetti collassati

Materiale didattico distribuito durante in corso.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame finale è orale e copre tutti gli argomenti presentati e discussi in classe. Non sono previste esaminazioni intermedie.

L'esame di aritcola in tre parti:

Conoscenza generale

- verifica della compresione dei concetti fondamentali sugli *equilibri stellari* e *formazione ed evoluzione* stellare.

Comprensione

- verifica dettagliata delle conoscenze dei processi fisici in ambito stellare e loro modellizzazione, descritte con rigore e dettaglio.

Argomento a scelta da parte dello studente

- presentazione di una tematica a scelta in forma di relazione su computer e su fogli illustrativi (10 minuti).

La valutazione di basa su tre criteri:

1. **Profondità nella comporensione **

? Dimostrare una comprensione approfondita dell’argomento.
? Mostra la capacità di collegare concetti e applicare le conoscenze nel contesto.

2. **Capacità analitiche**

? Eseguire correttamente derivazioni analitiche, quando appropriato e richiesto.
? Formulare domande pertinenti, stimolanti e ben argomentate.
? Affrontare il materiale in modo critico.

3. **Chiarezza e sintesi nell'esposizione**

? Esporre le idee in modo chiaro e con una struttura logica.
? Utilizzare un linguaggio preciso e, se del caso, supporti visivi adeguati.

Orario di ricevimento

Su appuntamento via email

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ