UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Cosmic Rays

2526-1-F5803Q013

Obiettivi

Gli obiettivi formativi di questo insegnamento includono componenti di acquisizione sia di conoscenze e competenze specifiche sia di sviluppo di competenze trasversali.
L'obiettivo di acquisizione di conoscenze e competenze specifiche riguarda la fisica dei raggi cosmici e la loro rilevanza in astrofisica, le sorgenti di produzione, gli ambienti e i processi di propagazione. Per alcuni argomenti verranno proposti esempi pratici ed esercizi numerici.
L'obiettivo di acquisizione di competenze trasversali include:

- la capacità critica, valutando ad esempio l'impatto dei raggi cosmici e dei relativi processi in ambiti e contesti molto diversi, non solo dal punto di vista della fisica ma anche per le implicazioni pratiche;
- la capacità di comunicare, attraverso la scelta e la preparazione di una presentazione per l'eame;
- la capacità di proseguire lo studio in autonomia, avendo fornito allo studente il quadro aggiornato della ricerca di frontiera in questo campo e le possibili applicazioni.

Al termine del corso gli studenti conosceranno:

- le principali proprietà osservative dei raggi cosmici e le tecniche di rivelazione
- le principali sorgenti di raggi cosmici e le loro proprietà
- la propagazione dei raggi cosmici nello spazio
- le connessioni tra raggi cosmici, cosmologia e fisica fondamentale
- le proprietà dell'ambiente spaziale e il rischio di radiazioni

Contenuti sintetici

Sono descritti i Raggi cosmici (RC), con riferimento alle osservazioni sperimentali esistenti, la loro composizione e le loro proprietà. I principali argomenti del corso saranno: l’origine dei RC, le sorgenti astrofisiche e i processi di accelerazione; la propagazione dei RC nella galassia e l’interazione con il mezzo interstellare; la modulazione

solare e l’interazione dei RC con il vento solare; l’interazione dei RC con il campo magnetico e l'atmosfera terrestre; la rilevanza dei Raggi Cosmici in fisica fondamentale, in cosmologia e in astrofisica.

Programma esteso

- **Proprietà osservative dei Raggi Cosmici**:
  contenuti: distribuzione spettrale, densità di energia e composizione. Principali risultati scientifici ottenuti attraverso l'osservazione dei RC, attività sperimentali in corso da terra e dallo spazio;
  competenze: tecniche e strategie osservative dei raggi cosmici.
- **L'origine dei Raggi Cosmici**:
  contenuti: i processi di accelerazione e le principali sorgenti astrofisiche galattiche ed extragalattiche.
  competenze: meccanismi di trasferimento di energia da e verso i raggi cosmici.
- **La propagazione dei RC nella galassia e l’interazione con il mezzo interstellare**:
  contenuti: i modelli diffusivi ed il confinamento, i meccanismi di perdita di energia e la radiazione prodotta dai RC, i processi di spallazione e la produzione della componente secondaria.
  competenze: soluzioni analitiche dell'equazione di diffusione; codici numerici di propagazione nel mezzo interstellare.
  -**La modulazione solare e l’interazione dei RC con il vento solare**:
  contenuti: l'attività magnetica del sole, l'emissione particellare del sole, la struttura dell'eliosfera;
  competenze: soluzioni analitiche dell'equazione di trasporto; codici numerici di propagazione nell'eliosfera.
- **L’interazione dei RC con il campo magnetico e l'atmosfera terrestre**:
  contenuti: i fenomeni di intrappolamento e taglio geomagnetico, la produzione di sciami atmosferici e l'osservazione di RC di altissima energia.
  competenze: l'ambiente spaziale ed il rischio di radiazioni; tracciamento di raggi cosmici nel campo magnetico; tecniche di osservazione degli sciami atmosferici.
- **La rilevanza dei Raggi Cosmici in fisica fondamentale e in cosmologia**:
  contenuti: i segnali di nuova fisica, la produzione degli elementi nella nucleosintesi stellare, la ricerca di materia oscura, la ricerca di antimateria cosmologica, i RC di origine extragalattica.

Prerequisiti

conoscenza della fisica di base della laurea triennale

Modalità didattica

Tutte le lezioni sono svolte in presenza, in **inglese** in **modalità erogativa**:

- 21 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza.
- su richiesta motivata potrà essere attivata la connessione streaming per connessione da remoto sincrona.

Materiale didattico

Testi di riferimento per approfondimenti:

1. Materiale ed appunti utilizzati durante le lezioni frontali, fornite dal docente;
2. High Energy Astrophysics, M.S. Longair, Cambridge University press, third edition, ISBN 978-0-521-75618-1;
3. Space Physics – An introduction, C.T. Russel, J.G. Luhmann, R.J. Strangeway, Cambridge University press, ISBN 978-1-107-09882-4.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo semestre: da inizio Marzo a inizio Giugno 2026

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Valutazione finale, con voto in trentesimi, attraverso un colloquio orale sugli argomenti svolti a lezione.
Agli studenti verrà chiesto di preparare una presentazione attraverso la quale esporre e discutere un argomento a scelta del corso. Sarà valutata la maturità dello studente, la padronanza dell'argomento esposto e la chiarezza e proprietà nel linguaggio. Inoltre sarà valutata la capacità critica dello studente, attraverso le connessioni tra l'argomento scelto ed altri temi trattati nelle lezioni o anche a questioni generali di competenza del corso di laurea.

Orario di ricevimento

Ogni venerdì lavorativo durante il periodo delle lezioni, dalle 12:30 alle 13:30, salvo aggiustamenti in caso di modifica dell'orario delle lezioni. Negli altri periodi su appuntamento.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO