

Corso di **Cosmologia dell'Universo Primordiale**

Prof. Nicola Bartolo

Dipartimento di Fisica e Astronomia "G. Galilei"
Ufficio 236

e-mail: bartolo@pd.infn.it

Tel. 049-827-7125

<http://www.pd.infn.it/~bartolo/>

Cosmologia dell'Universo Primordiale

✓ Obiettivi:

La fisica dell'universo primordiale fa ormai parte della cosmologia moderna.

Il corso si propone di

- offrire una panoramica aggiornata dei principali aspetti della fisica dell'universo primordiale
- offrire gli strumenti necessari per *comprendere e analizzare* tali aspetti, sia da un punto di vista *modellistico che osservativo* (es., alcuni principi di base che possono essere applicati a piu` problematiche)
- essere in grado di risolvere alcune tipologie di problemi

✓ Contenuti:

il corso raccoglie 3 parti:

- I) il problema delle condizioni iniziali (modelli inflazionari)
- II) perturbazioni cosmologiche
- III) bariogenesi; produzione di particelle di materia oscura



Test osservativi

Cosmologia dell'Universo Primordiale

✓ Rilevanza per il corso di Fisica:

Interconnessione con

- Cosmologia
- Fisica Astroparticellare
- Astrofisica Relativistica
- Relativita' Generale
- Fisica Teorica
- Teoria dei campi

Il corso e' altamente interdisciplinare, ma self-contained!

Programma dettagliato

- **Introduzione generale. Il problema delle condizioni iniziali:** perturbazioni di densità primordiali all'origine della formazione delle strutture dell'universo su grande scala. Inflazione, materia oscura (e bariogenesi), perturbazioni cosmologiche: *elementi dell'universo primordiale che vanno al di là del modello standard dell' Hot Big-Bang.*
- **Brevi richiami al modello cosmologico standard dell'Hot Big Bang e suoi principali "problemi":**
il problema dell'orizzonte e sue diverse formulazioni; il problema della piattezza (evoluzione del parametro di densità); cenni a cosmic defects
- **Cosmologia inflazionaria nell'universo primordiale:**
soluzione ai problemi del modello standard: cinetica dell'inflazione; universi di de Sitter
- **Modellistica:**
Modelli inflazionari: energia del vuoto e l'inflatone; la scala di energia dell'inflazione; dinamica di un campo scalare in una metrica di Robertson-Walker;
evoluzione di background e perturbazioni cosmologiche nell'universo primordiale;
parametri di slow-roll e loro importanza per confrontarsi con le osservazioni.

- **Generazione delle prime perturbazioni di densità all'origine delle strutture cosmiche.**
Dalle perturbazioni quantistiche in un universo in espansione alle prime perturbazioni di densità primordiali: calcoli per diverse casistiche (a partire dal caso più semplice di un campo scalare senza massa in un universo di de-Sitter) e differenti metodi computazionali.
- **Onde gravitazionali primordiali (perturbazioni tensoriali).**
- **Possibili realizzazioni dello scenario inflazionario**
Modelli inflazionari nell'ambito di fisica delle particelle delle alte energie
- **Predizioni osservative dei modelli inflazionari:**
spettri di potenza per le perturbazioni scalari e tensoriali; rapporto tensori-scalari; piano (n_s -r); principali constraints attuali sui modelli inflazionari
- **Fase di reheating:** semplice modello per la transizione dall'universo primordiale inflazionario all'universo standard di Friedmann-Robertson-Walker.
- **Meccanismi di bariogenesi:** concetti fondamentali e dettagli su alcuni modelli concreti.
- **Meccanismi di produzione di particelle di materia oscura.**
- **Perturbazioni cosmologiche in relatività generale**
perturbazioni scalari, vettoriali e tensoriali; trasformazioni di gauge; questione della gauge-invarianza;
equazioni di Einstein perturbate linearmente attorno alla metrica di Robertson-Walker
- Formalismo delta-N e formalismo in-in per il calcolo delle funzioni di correlazione
- **Test osservativi dell'universo primordiale**

Cosmologia dell'Universo Primordiale

✓ Metodi di didattica:

48 ore totali: lezioni frontali con proposte di alcuni esercizi/applicazioni

Testi di riferimento:

- Andrew R Liddle and David H Lyth, The Primordial Density Perturbation, Cambridge University Press, 2009
- Andrew R Liddle and David H Lyth, Cosmological Inflation and Large-Scale Structure, Cambridge University Press, 2000.
- Kolb, E.W. and Turner, M.S., The Early Universe. Redwood City: Addison-Wesley, 1990.

le parti rilevanti del corso saranno individuate nei testi di riferimento e del materiale verrà messo a disposizione nel sito

e.....appunti a lezione



Frequenza consigliata

Informazioni utili

- ✓ **Prerequisiti:** Istituzioni di Astrofisica e Cosmologia (corso self-contained)
- ✓ **Esame:**
orale
- ✓ **Appelli:** 2 appelli per ciascuna sessione (2/02; 22/02; 3/07; 31/08; 13/09),

Criteri di valutazione

Apprendimento dei *contenuti base* del corso, capacita` dello studente di elaborare in modo *autonomo* i concetti acquisiti, capacita` di ragionamento e di *applicazione degli strumenti forniti dal corso*.

Ricevimento

Il Ricevimento Studenti si tiene in qualsiasi momento, sia di persona che telefonicamente o per e-mail.

Per non fare un viaggio a vuoto si prega di verificare la mia presenza al Dipartimento di Fisica e Astronomia (049/8277125) o bartolo@pd.infn.it

Corso di **Cosmologia dell'Universo Primordiale**

Per una descrizione del corso si veda anche il sito

<http://didattica.unipd.it/off/2016/LM/SC/SC1171/000ZZ/SCP3050512/NO>