



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Numerical Relativity

2425-1-F5802Q015

---

#### Obiettivi

Scopo del corso è di fornire una conoscenza di base dei metodi numerici e dei codici utilizzati per risolvere le equazioni della relatività generale e della fluidodinamica relativistica, utili per la descrizione di binarie di oggetti compatti (con una attenzione particolare alle stelle di neutroni).

Alla fine del corso lo studente:

1. avrà una conoscenza dei principali metodi e codici numerici open source disponibili nel campo della relatività numerica;
2. avrà una visione aggiornata dello stato dell'arte di simulazioni in relatività numerica di stelle di neutroni;
3. saprà leggere e comprendere articoli scientifici sui temi trattati a lezione.

#### Contenuti sintetici

Formulazione 3+1 dello spazio tempo, metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali iperboliche alle derivate parziali, simulazioni numeriche di stelle di neutroni.

#### Programma esteso

##### Formulazione 3+1

1. Formulazione ADM
2. Formulazione BSSN

## **Equazioni Differenziali Iperboliche alle Derivate Parziali**

1. Equazioni della idrodinamica in relatività generale
2. Metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali iperboliche alle derivate parziali
3. Einstein Toolkit

## **Simulazioni Numeriche di Stelle di Neutroni**

1. Onde Gravitazionali da Binarie di Stelle di Neutroni
2. Emissioni Elettromagnetiche da Binarie di Stelle di Neutroni
3. Osservazioni di Binarie di Stelle di Neutroni in Onde Gravitazionali

## **Prerequisiti**

Il corso richiede conoscenze di base di relatività speciale e di relatività generale. Queste ultime possono essere acquisite nel corso di Astrofisica Relativistica o di Relatività Generale.

## **Modalità didattica**

Tutte le lezioni sono svolte in presenza:

1. 14 lezioni da 2 ore ciascuna in modalità erogativa,
2. 12 esercitazioni da 2 ore ciascuna in modalità interattiva.

Durante le lezioni saranno esposte le basi teoriche e discussi i più recenti risultati teorici e sperimentali. Le lezioni si svolgeranno parte alla lavagna e parte per mezzo dell'uso di diapositive. Le diapositive saranno caricate prima delle lezioni sul sito e-learning del corso. Durante le esercitazioni gli studenti impareranno (sotto la guida del docente) a scrivere codici numerici per la soluzione di equazioni differenziali iperboliche alle derivate parziali e ad usare codici pubblici di relatività numerica. È richiesto l'uso di un computer portatile per le esercitazioni. Le lezioni e le esercitazioni si tengono in lingua Inglese.

## **Materiale didattico**

Principali testi di riferimento:

1. "Numerical Relativity: Starting from Scratch" di T. W. Baumgarte e S. L. Shapiro
2. "Numerical Relativity: Solving Einstein's Equations on the Computer" di T. W. Baumgarte e S. L. Shapiro
3. "Relativistic Hydrodynamics" di L. Rezzolla e O. Zanotti

Altri testi utili:

1. "Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars" di S. L. Shapiro e S. A. Teukolsky
2. "Numerical methods for conservation laws" di Randall J. LeVeque

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

I anno, secondo semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

Durante il corso verranno assegnate delle relazioni da svolgere a casa e finalizzate all'approfondimento degli argomenti trattati a lezione. Le relazioni andranno consegnate al docente via email almeno due settimane prima della data dell'esame orale. Alle relazioni che presentano evidenti casi di plagio sarà assegnato un voto pari a zero.

L'esame finale consiste in una discussione sulle relazioni svolte a casa e in domande volte ad accertare le competenze acquisite durante il corso.

Non si possono utilizzare libri, formulari ed appunti durante le prove orali.

## **Orario di ricevimento**

su appuntamento, on line o in ufficio.

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE

---