PHYSICS (LM38R)

(Lecce - Università degli Studi)

Teaching

GenCod A006981

Owner professor Francesco DE PAOLIS

Teaching in italian RELATIVITA' GENERALE E COSMOLOGIA

Teaching

SSD code PHYS-05/A

Reference course PHYSICS

Course type Laurea Magistrale

Credits 7.0

Teaching hours Front activity hours: 60.0

For enrolled in 2026/2027

Taught in 2026/2027

Course year 1

Language ITALIAN

Curriculum ASTROFISICA,FISICA SPERIMENTALE DELLE INTERAZIONI

Location Lecce

Semester Second Semester

Exam type Oral

Assessment Final grade

Open **Course timetable**

BRIEF COURSE DESCRIPTION

Il corso ha come obiettivo principale l'acquisizione di conoscenze e competenze avanzate di Relatività Generale cioè della Teoria Relativistica della Gravitazione elaborata da Einstein e di Cosmologia, teoria che descrive l'Universo su grande scala, sviluppata a partire dalla fine degli anni '20 del secolo scorso.

REQUIREMENTS

Conoscenze e competenze acquisite nei corsi di fisica di base sulla Teoria Classica della Gravitazione e la Teoria del Campo Elettromagnetico. Lo studente inoltre deve conoscere i metodi propri della Fisica Teorica e della Matematica sviluppati nei corsi avanzati della laurea triennale in Fisica.

COURSE AIMS	**Conoscenze e comprensione**. Acquisire una solida conoscenza della Teoria Relativistica della Gravitazione necessaria per la comprensione dei fenomeni che accadono in campi gravitazionali intensi (in vicinanza ad oggetti collassati quali nane bianche, stelle di neutroni, buchi neri). La Relatività Generale applicata alla Cosmologia permette di elaborare un modello (Hot Big Bang) che descrive in modo quantitativo la struttura a grande scala e l'evoluzione temporale dell'Universo a partire dai primi istanti fino ad oggi. **Capacità di applicare conoscenze e comprensione:** ▪ essere in grado di produrre dimostrazioni delle leggi fisiche studiate; ▪ essere in grado di analizzare fenomeni di fisica della gravitazione e cosmologia, di formalizzare e risolvere le equazioni che li descrivono; ▪ essere in grado di comprendere in modo autonomo testi ed articoli scientifici di Relatività Generale e Cosmologia anche di livello avanzato. **Autonomia di giudizio.** L'esposizione dei contenuti e delle argomentazioni sarà svolta in modo da migliorare la capacità dello studente di identificare gli elementi rilevanti per l'analisi di situazioni e problemi in contesti fisici. L'autonomia di giudizio raggiunta sarà verificata durante la prova d'esame. **Abilità comunicative.** La presentazione degli argomenti sarà svolta in modo da consentire l'acquisizione di una buona capacità di comunicare problemi, idee e soluzioni riguardanti la Relatività Generale e la Cosmologia con esperti di altri settori e di formalizzare situazioni di interesse applicativo. **Capacità di apprendimento.** Saranno indicati argomenti da approfondire, strettamente correlati con l'insegnamento, allo scopo di ▪ stimolare la capacità di apprendimento autonomo dello studente; ▪ individuare le conoscenze da acquisire per la soluzione di un problema; ▪ proseguire gli studi in modo autonomo; ▪ adattarsi a nuove problematiche.
TEACHING METHODOLOGY	Lezioni frontali in aula correlate dalla risoluzione di problemi ed esercizi.
ASSESSMENT TYPE	L'esame consiste di una prova orale che verifica l'abilità di esporre in modo chiaro e rigoroso le leggi che descrivono i fenomeni studiati. E' prevista la possibilità che l'esame sia suddiviso in due prove parziali - Relatività, Cosmologia - sostenute in tempi successivi. Il voto complessivo sarà la media aritmetica dei due voti parziali. Gli studenti dovranno prenotarsi all'unica prova orale o alle due prove parziali, utilizzando esclusivamente le modalità on-line previste dal sistema VOL.
ASSESSMENT SESSIONS	Come da calendario

FULL SYLLABUS

Relatività Generale

- Richiami di Relatività Speciale: trasformazioni di Lorentz, cinematica e dinamica relativistica. Onde elettromagnetiche. Vettori e tensori in relatività speciale. Tensore energia impulso.
- Principio di Equivalenza. Massa inerziale e massa gravitazionale. Equazione del moto di una particella in un campo gravitazionale. Limite newtoniano.
- Vettori e tensori per trasformazioni arbitrarie. Tensore metrico. Derivata covariante. Differenziale covariante. Principio di generale covarianza.
- Tensore di Riemann e sue proprietà. Tensore di Ricci, di Einstein, curvatura scalare dello spazio tempo. Equazione della deviazione geodetica. Tensore di Riemann e forze di marea.
- Derivazione delle equazioni di Einstein per il campo gravitazionale.
- Soluzione di Schwarzschild. Cenni alle soluzioni di Reissner-Nordstrom, Kerr e Kerr-Newman. Test della relatività generale.
- Onde gravitazionali.

Cosmologia

- Introduzione alla cosmologia moderna: il contributo di Hubble. L'Universo su grande scala: isotropia ed omogeneità dell'Universo (Principio Cosmologico). Strutture a larga scala ed evidenze dell'esistenza di materia oscura in galassie ed ammassi di galassie.
- Metrica di Robertson-Walker.
- Red-shift cosmologico ed espansione dell'Universo - Problema delle distanze e parametri cosmologici: costante di Hubble e parametro di decelerazione.
- Modello standard dell'Universo: equazioni di Einstein, di Fridman, di conservazione. Densità critica. Era della radiazione e della materia.
- Evidenza di una espansione accelerata: energia oscura o costante cosmologica. Valore dei parametri cosmologici.
- Radiazione di fondo cosmico.
- Nucleosintesi primordiale.
- Problemi principali del modello cosmologico standard: problema della piattezza, dell'orizzonte, dei monopoli magnetici. La teoria dell'inflazione.

REFERENCE TEXT BOOKS

M.P. Hobson, G.P. Efstathiou, A.N. Lasenby: General Relativity: An Introduction for Physicists, Cambridge University Press, 2006
H. Ohanian e R. Ruffini: Gravitation and Spacetime, Norton, 1994 (tradotto in italiano da Zanichelli, 1997)
T.A. Moore: A General Relativity Workbook, University Science Book, 2013
T. Padmanabhan, Gravitation, Cambridge University Press, 2000
A. Liddle: An Introduction to Modern Cosmology, Wiley & Sons, 2003
Su alcuni argomenti sono disponibili appunti del docente