

Tematica: relatività generale

Docente: Gianluca Usai – gianluca.usai@ca.infn.it - tel. 070-6754906

Crediti: 3

Prerequisiti: relatività speciale

Obiettivi formativi: la relatività generale è basata sulle equazioni di campo di Einstein, che mettono in relazione la massa e la pressione in una regione di spazio-tempo alla “deformazione” dello spazio-tempo stesso. Le equazioni di campo rivelano come questa deformazione sia percepita da un osservatore. Esse sono mirabilmente generali, ma questa generalità ha un prezzo: sofisticazione matematica, in quanto esse parlano il linguaggio dei tensori e delle forme differenziali.

Questa proposta non parte dalle equazioni di campo ma piuttosto si propone di esplorare le principali soluzioni di queste equazioni: le cosiddette metriche che descrivono lo spazio-tempo curvo attorno a centri di attrazione gravitazionale non rotanti e rotanti.

La metrica aiuta a rispondere a ogni domanda scientifica sulle caratteristiche (non quantistiche) dello spazio-tempo nei dintorni di un buco nero, ogni possibile domanda sulle traiettorie della luce e dei satelliti attorno al buco nero, oltre che attorno a centri di attrazione più familiari come la Terra e il Sole. La metrica di un buco nero rotante ci può dare informazioni sui quasar, le sorgenti di energia più potenti nell’Universo e anche sulla storia e la struttura del cosmo.

L’uso della metrica richiede l’algebra, il calcolo differenziale e integrale. Con un apparato matematico padroneggiabile dagli studenti della laurea triennale, sarà possibile comprendere in modo quantitativamente completo numerosi fenomeni, gettando inoltre le basi per una successiva comprensione a un livello più profondo della relatività generale.

Modalità dell’approfondimento: 3-4 lezioni introduttive, studio e lavoro individuale coordinato dal docente. Verifica finale: seminario con svolgimento e presentazione di uno o due progetti fra quelli elencati sotto.

Argomenti:

Lezioni: richiami di relatività speciale, spazio-tempo attorno a un centro di gravità non rotante, precipitare verso un buco nero, orbitare attorno a un buco nero, seeing.

Possibili progetti associati:

- Il GPS (Global Positioning System)
- All’interno di un buco nero
- L’avanzamento del perielio di Mercurio
- Anelli di Einstein
- Rallentamento della luce vicino al Sole
- Il buco nero rotante
- L’Universo di Friedmann

