

Corso di Gravitazione Sperimentale

AA 2003-2004

3 crediti – 25 lezioni

Docente

Francesco Fidecaro (francesco.fidecaro@df.unipi.it).

Obiettivi del corso

Recentemente le attività sperimentali riguardanti la gravitazione hanno avuto un notevole sviluppo, in particolare a Pisa. L'iniziativa più importante in questo momento è la messa in funzione a Cascina dell'interferometro VIRGO per la rivelazione di onde gravitazionali. Altre attività come ricerche della violazione del principio di equivalenza oppure lo studio astrofisico di sorgenti di onde gravitazionali vengono svolte presso l'Università di Pisa. Discutendo le basi sperimentali dell'attuale teoria della gravitazione le lezioni costituiscono un importante complemento del corso teorico di Relatività. Illustrando gli esperimenti più importanti, il corso affronta le problematiche delle misure future in Relatività Generale e Gravitazione.

Programma

1. **Basi sperimentali della Relatività Generale.** Isotropia e omogeneità dello spazio e del tempo. Red shift gravitazionale. Principio di equivalenza in Relatività Generale. Esperimento di Roll, Krotkov e Dicke. Omogeneità el tempo. Osservazioni della miniera di Oklo. Invarianza per traslazione e red shift gravitazionale. Esperimento di Pound e Rebka. Esperimento di Vessot. Invarianza di Lorentz: la misura di $g-2$. Formalismo parametrizzato post-newtoniano. Caso limite di metrica di Minkowski.
2. **Verifiche classiche della Relatività Generale.** Precessione di Mercurio, deflessione della luce, ritardo eco radar. Formalismo PPN. Valori dei parametri principali in Relatività Generale. Relatività generale nel sistema solare. Deviazione della luce. Ritardo dell'eco radar. Interferometria su grande base. Precessione del perielio di Mercurio. Principio di equivalenza forte e esperimento di Lunar Ranging.
3. **Onde gravitazionali e loro effetto sulla materia.** Onde gravitazionali come soluzioni delle equazioni di Einstein. Espressione in gauge TT. Effetto su masse di prova. Intensità e luminosità della sorgente.
4. **Sorgenti astrofisiche di onde gravitazionali.** Oggetti astrofisici compatti. Stelle di neutroni. Pulsar e collassi stellari. Scala delle distanze astronomiche. Sistemi binari. PSR 1913+16. Coalescenza di sistemi binari, stelle di neutroni rotanti. Collasso stellare. Fondo cosmologico di onde gravitazionali.
5. **Rumore negli strumenti di misura.** Processi stocastici. Media, varianza, correlazione, autocorrelazione. Processo armonico. Processo di Poisson. Trasformazioni di processi stocastici. Sistemi senza memoria. Trasformazioni lineari. Spettro di potenza. Trasformazione dello spettro di potenza. Teorema di Fluttuazione-Dissipazione. Rumore termico nei circuiti. Rumore termico in un pendolo.
6. **Rivelatori per onde gravitazionali, rumore, sensibilità previste e prospettive.** Rivelatori a larga banda. Rumore sismico e sistemi di sospensione. Rumore termico. Interferometro di Michelson: rumore shot e scelta del punto di lavoro. Sistemi con retroazione. Cavità Fabry-Perot. Tecnica di Pound-Drever-Hall. Ricircolo della luce. Schema ottico di Virgo. Sensibilità dello strumento.

Modalità d'esame

Esame orale sugli argomenti del corso. L'esame può essere sostenuto insieme all'esame di Relatività.

Bibliografia:

L.Landau, E.Lifshitz, Teoria dei campi

I.R.Kenyon, General Relativity, Oxford University Press, 1990.

Gravitational Waves: A Web Based Course : <http://elmer.tapir.caltech.edu/ph237/> January - May 2002

Kip S. Thorne, Mihai Bondarescu, Yanbei Chen California Institute of Technology.

Sito dell'esperimento Virgo: www.virgo.infn.it.