

Laurea in Fisica
a.a. 2003 – 2004
Introduzione alla Relatività Generale
Titolare: Prof. Elio Fabri

Il corso (6 crediti) si propone di dare un'introduzione alla RG, mantenendo al minimo indispensabile gli sviluppi tecnico-formali, e privilegiando invece la discussione fisica, sia negli aspetti teorico-concettuali che in quelli osservativo-sperimentali.

Il corso è pensato per studenti del secondo o terzo anno, che abbiano già seguito Fisica a III. Dovrebbe svolgere la duplice funzione:

- a) di dare un'informazione di base a chi non avrà occasione di studiare più a fondo la RG;
- b) di fornire i primi strumenti concettuali e fattuali su cui innestare uno studio più approfondito in corsi successivi.

Programma.

1. Introduzione alla RG

Le idee della RG - La struttura geometrica dello spazio-tempo.
Principio di equivalenza e riferimento inerziale locale.
Curvatura dello spazio-tempo e forze di marea - Effetto della materia.
La metrica - Esempio del riferimento accelerato.
Limiti di validità della RG: lunghezza di Planck, massa di Planck.

2. La geometria di Schwarzschild

La metrica di Schwarzschild - Interpretazione delle coordinate - Geodetiche - Propagazione della luce - Il redshift gravitazionale.
Esperimenti: Pound-Rebka-Snyder, Briatore-Leschiutta - Applicazione al GPS.
Eliminazione della singolarità apparente: le coordinate di Kruskal-Szekeres.
La deflessione gravitazionale della luce - Esperimenti - Lenti gravitazionali.
Sorgente di luce in caduta radiale: significato dell'orizzonte.
Moto orbitale - La precessione del perielio.
Gli esperimenti di ritardo gravitazionale.

3. Stelle relativistiche

Il teorema di Birkhoff (enunciato).
L'equazione di Oppenheimer-Volkov (solo il risultato).
Le nane bianche: caso non relativistico - Caso estremo relativistico:
la massa di Chandrasekhar - Effetti della RG.
(Tutto l'argomento sarà trattato senza deduzioni).
Le stelle di neutroni.

4. Collasso gravitazionale e buchi neri

Il modello della "stella di polvere": geometria interna ed esterna.
Collasso oltre l'orizzonte e formazione della singolarità.
Buchi neri rotanti - Termodinamica dei buchi neri - La radiazione di Hawking. (Cenni)
Evidenze per l'esistenza di buchi neri.

5. La geometria di Robertson-Walker

La metrica - Interpretazione delle coordinate - Il principio cosmologico - Geodetiche di tipo tempo.
Propagazione della luce - Il redshift cosmologico e la legge di Hubble - Orizzonti - Il problema dell'isotropia.

6. Modelli cosmologici

Equazioni di Einstein per la geometria di R-W (solo risultato).
Universo dominato dalla materia o dalla radiazione - Il parametro Omega.
Confronti con le osservazioni: relazione magnitudine-redshift.

7. Onde Gravitazionali

Equazioni di Einstein linearizzate nel vuoto - Analogia con le equazioni dei potenziali e.m.
Scelta della gauge e stati di polarizzazione.
Effetti osservabili delle onde gravitazionali - Rivelazione.
Sorgenti di onde gravitazionali - Radiazione di quadrupolo - Stima della potenza irraggiata.
Caso di una binaria di neutroni - Effetti di RG - Emissione di onde gravitazionali.
La pulsar PSR 1913 +16 come "laboratorio di RG" - Conferma dell'emissione di onde gravitazionali.

Materiale di studio:

Testo base: appunti del docente.
Per approfondimenti: "Gravitation" di Misner, Thorne, Wheeler.
Testo preparatorio consigliato: "Spacetime Physics" di Taylor, Wheeler.
(esiste trad. italiana Zanichelli)