

Relatività (AA 20-21)

F. Bastianelli - Programma Svolto

- Introduzione. Meccanica newtoniana e relatività galileiana. Sistemi di riferimento inerziali, trasformazioni di Galileo e simmetrie della meccanica newtoniana. Conflitto con le simmetrie dell'elettrodinamica. Equazioni di Maxwell e trasformazioni di Lorentz.
- Principi fondativi della relatività ristretta. Conseguenze della relatività: addizione delle velocità, contrazione delle lunghezze, dilatazione dei tempi. Esercizio sui raggi cosmici
- Invarianza della distanza tra eventi e spaziotempo di Minkowski. Quadrivettori.
- Metrica dello spazio di Minkowski e gruppo di Lorentz. Similarità e differenze tra gruppo ortogonale (rotazioni) e gruppo di Lorentz. Formalismo matriciale e formalismo tensoriale.
- Tensori e calcolo tensoriale. Trasformazioni del campo elettromagnetico. Esercizi.
- Gruppo di Lorentz proprio ed ortocrono. Meccanica relativistica. Definizioni di energia ed impulso relativistici. Quadrimpulso e quadriforza.
- Particelle senza massa. Leggi di conservazione del quadrimpulso totale. Esercizi.
- Equazioni di Maxwell in forma covariante. Equazione di continuità. Simmetria di gauge.
- Particella relativistica, azione con invarianza locale sulla linea di mondo. Forza di Lorentz. Esercizi
- Analisi delle equazioni di Maxwell. Gauge di Coulomb, gauge di Lorenz, onde elettromagnetiche. Tensore energia-impulso del campo elettromagnetico.
- Componenti del tensore energia impulso del campo elettromagnetico. Equazione di Klein-Gordon. Antiparticelle. Introduzione alla Relatività Generale. Il principio di equivalenza [W, cap 3].
- Forze gravitazionali su particella, principio di equivalenza e sistema di riferimento in caduta libera (sistema localmente inerziale), metrica e connessione affine [W, cap 3].
- Dilatazione temporale [W, cap 3]. Principio di covarianza generale [W, cap 4].
- Analisi tensoriale [W, cap 4].
- Analisi tensoriale: connessione e derivata covariante [W, cap 4].
- Effetti della gravitazione [W, cap 5]. Curvatura e tensore di Riemann [W, cap 6].
- Proprietà algebriche dei tensori di Riemann e Ricci. Identità di Bianchi. Esercizi.
- Equazioni di Einstein, costante cosmologica, simmetria di gauge [W, cap 7].
- Equazioni di Einstein, condizioni di gauge-fixing, analogia con le eq. di Maxwell [W, cap 7.4].
- Test classico: red shift gravitazionale. Equazioni di Einstein linearizzate, equazione delle onde, onde gravitazionali ed analogia elettromagnetica.
- Onde gravitazionali e polarizzazioni fisiche [W, 10.1 e 10.2] [OR, 5.1 e 5.2]. Soluzioni con simmetria sferica, metrica in forma standard [W, 8.1].
- Soluzione di Schwarzschild [W, 8.2] [OR, cap 8]. Teorema di Birkhoff. Simmetrie, isometrie e vettori di Killing.
- Isometrie e spazi massimamente simmetrici. Estensione della soluzione di Schwarzschild in presenza di costante cosmologica. Buchi neri e superficie di red-shift infinito [OR, cap 8].
- Buchi neri, orizzonte degli eventi e analogia classica. Spazio di Rindler. Diagrammi di spaziotempo e descrizione del buco nero di Schwarzschild [OR, cap 8].