

# Relatività

Carlo Oleari

## Sinossi

### 1. Introduzione alle trasformate di Lorentz, cinematica relativistica. Tetra-vettori e tensori. Refs. [1, 2, 3]

- Richiami delle basi della relatività ristretta. Sistemi inerziali, conseguenze dell'invarianza della velocità della luce. Trasformazioni di Lorentz. Conseguenze delle trasformazioni di Lorentz e loro verifiche sperimentali. Discussione dei "paradossi" più famosi. Composizione relativistica delle velocità, aberrazione della luce, effetto Doppler relativistico.
- Equazioni di Maxwell, potenziali vettore e scalare, invarianza di gauge. Notazione compatta per grandezze vettoriali e derivate in tre dimensioni.
- Il gruppo di Lorentz e i suoi generatori, algebra del gruppo di Lorentz. Classificazione delle trasformazioni di Lorentz e loro proprietà generali. Tetra-vettori e tensori covarianti e controvarianti. Invarianti relativistici. Il tensore metrico.
- La tetra-velocità, la tetra-accelerazione e il tetra-momento. La relazione di Einstein tra energia e massa. Conservazione dei tetra-momenti per arbitrari processi di urto.
- Composizione di boost di Lorentz in direzioni non parallele. La precessione di Thomas.

### 2. Dinamica di una particella ed equazioni di Maxwell in forma covariante. Refs. [2, 3, 4, 5]

- Dinamica di una particella in moto relativistico.
- Equazioni di Maxwell in forma covariante, trasformazioni di gauge, correnti conservate. Il tensore  $F_{\mu\nu}$ . Leggi di trasformazione dei campi elettrici e magnetici in arbitrari sistemi inerziali.
- Interazione di campi elettromagnetici con cariche, forza di Lorentz, studio di moti di particelle cariche in campi elettrici e magnetici costanti e uniformi.
- Moto di una particella carica con spin in un campo elettromagnetico. Equazione di Bargmann-Michel-Telegdi. Interazione spin-orbit di un elettrone in un campo centrale.

### 3. Formulazione Lagrangiana. Campi scalari e vettoriali classici. Tensore energia-impulso. Refs. [2, 4]

- Il principio di minima azione e formulazione Lagrangiana delle equazioni del moto relativistiche.
- Teoria classica dei campi. Campi scalari ed equazione di Klein-Gordon per campi reali e complessi. Campi vettoriali: la Lagrangiana dell'elettrodinamica in interazione con correnti.
- Il tensore energia-impulso per campi elettromagnetici liberi ed in interazione. Il teorema della Noether.

## Riferimenti bibliografici

- [1] *Spacetime Physics*, E.F. Taylor e J.A. Wheeler  
First edition on my web page: <https://virgilio.mib.infn.it/~oleari>
- [2] *Classical Electrodynamics*, J.D. Jackson  
Capitolo 11: Special Theory of Relativity  
Capitolo 12: Dynamics of Relativistic Particles and Electromagnetic Fields
- [3] *Gravitation and Cosmology*, S. Weinberg  
Capitolo 2: Special Relativity
- [4] *The Classical Theory of Fields (Volume 2)*, Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц (L.D. Landau e E.M. Lifshitz)  
Capitoli dall'1 al 4.  
<http://search.ebscohost.com.proxy.unimib.it/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=789935&site=ehost-live&scope=site>
- [5] *The Feynman Lectures on Physics*, R.D. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands  
Capitoli 25 e 26.
- [6] *Relativity*, W. Rindler

... and many more!