

---

# Lecture consigliate

*La breve lista che segue indica alcuni trattati che possono essere consultati per approfondimenti. Vengono poi citati alcuni lavori originali che riguardano applicazioni astrofisiche descritte nel testo.*

## Riferimenti bibliografici

1. Boyd, T.J.M., Sanderson, J.J., 2003, *The Physics of Plasmas*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
2. Goedbloed, H., Poedts, S., 2004, *Principles of Magnetohydrodynamics*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
3. Gurnett, D.A., Battacherjee, A., 2005, *Introduction to Plasma Physics*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
4. Spitzer, L., 1962, *Physics of Fully Ionized Gases*, Interscience, New York, USA.
5. Kulsrud, R.M., 2004, *Plasma Physics for Astrophysics*, Princeton University Press, Princeton, USA.
6. Celnikier, L.M., 1989, *Basics of Cosmic Structures*, Ed. Frontières, Gif-sur-Yvette, France.
7. Landau, L.D., Lifshitz, E.M., 1987, *A Course in Theoretical Physics, Vol. 6: Fluid Mechanics*, Pergamon Press, Oxford, UK.
8. Lifshitz, E.M., Pitaevskii, L.P., 2002, *A Course in Theoretical Physics, Vol. 10: Physical Kinetics*, Pergamon Press, Oxford, UK.
9. Frisch, U., 1995, *Turbulence: The Legacy of A. N. Kolmogorov*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

### *Lavori Originali*

10. Chew, G.F., Goldberger, M. L., Low, F.E., 1956, *The Boltzmann Equation and the One-Fluid Hydromagnetic Equations in the Absence of Particle Collisions*, Proc. Roy. Soc. London, **A236**, 112.
11. Parker, E.N., 1966, *The Dynamical State of the Interstellar Gas and Field*, Astrophysical Journal, **145**, 811, IoP Publishing Ltd., Philadelphia, USA.
12. Balbus, S.A., Hawley, J.F., 1991, *A Powerful Local Shear Instability in Weakly Magnetized Disks*, Astrophysical Journal, **376**, 214, IoP Publishing Ltd., Philadelphia, USA.
13. Furth, H.P., Killeen, J., Rosenbluth, M.N., 1963, *Finite-Resistivity Instabilities of a Sheet Pinch*, Physics of Fluids, **6**, 459, American Institute of Physics, Melville, USA.

14. Chiuderi, C., Giachetti, R., Van Hoven G., 1977, *The Structure of Coronal Magnetic Loops. I - Equilibrium Theory*, Solar Physics, **54**, 107, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland.
15. Giachetti, R., Van Hoven G., Chiuderi, C., 1977, *The Structure of Coronal Magnetic Loops. II - MHF Stability Theory*, Solar Physics, **55**, 371, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland.
16. Loureiro, N.F., Schekochihin, A.A., Cowley, S.C., 2007, *Instability of Current Sheets and Formation of Plasmoid Chains*, Physics of Plasmas **14**, 100703, American Institute of Physics, USA.
17. Parker, E.N., 1972, *Topological Dissipation and the Small-Scale Fields in Turbulent Gases*, Astrophysical Journal, **174**, 499, IoP Publishing Ltd., Philadelphia, USA.

---

# Indice analitico

- Accelerazione di Fermi, 28
- Alfvén, 12
  - teorema di, 73
  - velocità di, 12
- Angolo di lancio, 25
  
- Bennet, relazione di, 84
- Boltzmann, equazione di, 34
- Bottiglia magnetica, 26
  
- Campi senza forza, 77
  - equilibri dei, 78
  - geometria cilindrica, 79
  - geometria piana, 79
- Condizione di congelamento, 74
- Conducibilità elettrica, 2, 57, 58
- Corona solare, 214
  - buchi coronali, 215
  - riscaldamento della, 216
  
- Diffusività magnetica, 67
  
- Elicità magnetica, 80
- Elsasser, variabili di, 211
- Equazione
  - cinetica, 33
  - di Ohm generalizzata, 57
- Equazioni MHD, forma conservativa, 70
- Eulero, equazione di, 47
  
- Flusso di calore, 45
- Fokker-Planck, equazione di, 34
- Frequenza
  - di ciclotrone, 12, 18
  - di collisione, 2, 9–11
  - di Larmor, 12
  - di plasma, 8
  
- Fronte d'urto, 163
- Funzione di distribuzione, 31
  - equazione generale dei momenti, 37
  - momenti, 36
  
- Hall, termine di, 65, 145
  
- Instabilità, 93
  - di di Rayleigh-Taylor, 95
  - di Kelvin - Helmholtz, 110
  - di Kruskal-Shafranov, 98
  - di Parker, 100
  - in geometria cilindrica, 116
    - archi coronali, 125
    - theta-pinch,  $m=0$ , 119
    - theta-pinch,  $m=1$ , 124
  - magnetorotazionale, 129
- Invariante adiabatico, 23
  - longitudinale, 27
  - momento magnetico, 24, 25
  
- Jeans, 39
  - massa di, 108
  - teorema di, 39
  
- Landau
  - prescrizione di, 156
  - smorzamento di, 158
- Langmuir, onde di, 149
- Laplace, trasformata di, 153
- Logaritmo coulombiano, 10
- Lunghezza di Debye, 5, 6, 8
  
- Magnetoidrodinamica, 63
  - ridotta, 213
- Metodo dei modi normali, 85
- Modelli fluidi, 43

- gas neutri, 43–49
- plasma
  - modello a due fluidi, 52
  - modello ad un fluido, 52
- problema della chiusura, 44
- Moto di deriva, 21
  - da curvatura, 21
  - da gradiente, 22
- Moto di una particella, 17
  - B costante, 17
  - B non omogeneo, 21
  - B ed E ortogonali, 19
- Navier-Stokes
  - equazione di, 205
- Navier-Stokes, equazione di, 47
- Numero di Lundquist, 72, 179
- Numero di Reynolds magnetico, 72
- Onde
  - di Alfvén, 142
  - di Alfvén comprimibili, 144
  - di ciclotrone elettroniche, 148
  - di ciclotrone ioniche, 147
  - di plasma, 149
  - elettromagnetiche, 150
  - equazione generale delle, 141
  - magnetosoniche, 144
  - rappresentazione di Fourier, 136
- Parametro  $\beta$ , 69, 75
- Plasma
  - collisionale, 58
  - freddo, 57
  - ideale, 66
  - resistivo, 67
- Pressione magnetica, 68
- Rankine- Hugoniot, condizioni di, 164
- Rapporto speculare, 26
- Saha, equazione di, 4
- Shock, 163
  - condizioni di salto, 167
- discontinuità di contatto, 167
- discontinuità rotazionali, 168
- discontinuità tangenziali, 168
- idrodinamici, 171
- obliqui, 173, 176
  - riferimento di de Hoffman-Teller, 173
- paralleli, 173
- perpendicolari, 170, 172
- switch-off , 178
- switch-on, 178
- Specchio magnetico, 25
- Spostamento lagrangiano, 91
- Stabilità degli equilibri MHD, 90–92
- Stabilità degli equilibri MHD
  - metodo di Fourier, 92
- Tensione magnetica, 69
- Tensore di pressione, 44
- Teorema del viriale, 76
- Theta-pinch, 82
- Turbolenza
  - allineamento dinamico, 213
  - cascata non lineare, 207, 211
  - funzioni di struttura, 210
  - idrodinamica, 206
  - legge di Kolmogorov e Obukhov, 210
  - scala
    - di iniezione, 206
    - dissipativa, 208
  - spettro di Iroshnikov-Kraichnan, 212
  - spettro di Kolmogorov, 210
  - svilupata, 205
  - viscosità turbolenta, 209
- Velocità
  - del suono, 90
  - di fase, 138, 139
  - di gruppo, 140
- Vlasov, equazione di, 34, 38, 151
- Vorticità, 207
- Woltjer, teorema di, 80
- Zeta-pinch, 83

# **UNITEXT – Collana di Fisica e Astronomia**

## **A cura di:**

Michele Cini  
Stefano Forte  
Massimo Inguscio  
Guida Montagna  
Oreste Nicosini  
Franco Pacini  
Luca Peliti  
Alberto Rotondi

## **Editor in Springer:**

Marina Forlizzi  
marina.forlizzi@springer.com

## **Atomi, Molecole e Solidi**

Esercizi Risolti  
Adalberto Balzarotti, Michele Cini, Massimo Fanfoni  
2004, VIII, 304 pp, ISBN 978-88-470-0270-8

## **Elaborazione dei dati sperimentali**

Maurizio Dapor, Monica Ropele  
2005, X, 170 pp., ISBN 978-88470-0271-5

## **An Introduction to Relativistic Processes and the Standard Model of Electroweak Interactions**

Carlo M. Becchi, Giovanni Ridolfi  
2006, VIII, 139 pp., ISBN 978-88-470-0420-7

## **Elementi di Fisica Teorica**

Michele Cini  
2005, ristampa corretta 2006, XIV, 260 pp., ISBN 978-88-470-0424-5

## **Esercizi di Fisica: Meccanica e Termodinamica**

Giuseppe Dalba, Paolo Fornasini  
2006, ristampa 2011, X, 361 pp., ISBN 978-88-470-0404-7

## **Structure of Matter**

An Introductory Course with Problems and Solutions  
Attilio Rigamonti, Pietro Carretta  
2nd ed. 2009, XVII, 490 pp., ISBN 978-88-470-1128-1

## **Introduction to the Basic Concepts of Modern Physics**

Special Relativity, Quantum and Statistical Physics  
Carlo M. Becchi, Massimo D'Elia  
2007, 2nd ed. 2010, X, 190 pp., ISBN 978-88-470-1615-6

### **Introduzione alla Teoria della elasticità**

Meccanica dei solidi continui in regime lineare elastico

Luciano Colombo, Stefano Giordano

2007, XII, 292 pp., ISBN 978-88-470-0697-3

### **Fisica Solare**

Egidio Landi Degl'Innocenti

2008, X, 294 pp., ISBN 978-88-470-0677-5

### **Meccanica quantistica: problemi scelti**

100 problemi risolti di meccanica quantistica

Leonardo Angelini

2008, X, 134 pp., ISBN 978-88-470-0744-4

### **Fenomeni radioattivi**

Dai nuclei alle stelle

Giorgio Bendiscioli

2008, XVI, 464 pp., ISBN 978-88-470-0803-8

### **Problemi di Fisica**

Michelangelo Fazio

2008, XII, 212 pp., ISBN 978-88-470-0795-6

### **Metodi matematici della Fisica**

Giampaolo Cicogna

2008, ristampa 2009, X, 242 pp., ISBN 978-88-470-0833-5

### **Spettroscopia atomica e processi radiativi**

Egidio Landi Degl'Innocenti

2009, XII, 496 pp., ISBN 978-88-470-1158-8

### **Particelle e interazioni fondamentali**

Il mondo delle particelle

Sylvie Braibant, Giorgio Giacomelli, Maurizio Spurio

2009, ristampa 2010, XIV, 504 pp., ISBN 978-88-470-1160-1

### **I capricci del caso**

Introduzione alla statistica, al calcolo della probabilità e alla teoria degli errori

Roberto Piazza

2009, XII, 254 pp., ISBN 978-88-470-1115-1

### **Relatività Generale e Teoria della Gravitazione**

Maurizio Gasperini

2010, XVIII, 294 pp., ISBN 978-88-470-1420-6

### **Manuale di Relatività Ristretta**

Maurizio Gasperini

2010, XVI, 158 pp., ISBN 978-88-470-1604-0

**Metodi matematici per la teoria dell'evoluzione**

Armando Bazzani, Marcello Buiatti, Paolo Freguglia  
2011, X, 192 pp., ISBN 978-88-470-0857-1

**Esercizi di metodi matematici della fisica**

Con complementi di teoria  
G. G. N. Angilella  
2011, XII, 294 pp., ISBN 978-88-470-1952-2

**Il rumore elettrico**

Dalla fisica alla progettazione  
Giovanni Vittorio Pallottino  
2011, XII, 148 pp., ISBN 978-88-470-1985-0

**Note di fisica statistica**

(con qualche accordo)  
Roberto Piazza  
2011, XII, 306 pp., ISBN 978-88-470-1964-5

**Stelle, galassie e universo**

Fondamenti di astrofisica  
Attilio Ferrari  
2011, XVIII, 558 pp., ISBN 978-88-470-1832-7

**Introduzione ai frattali in fisica**

Sergio Peppino Ratti  
2011, XIV, 306 pp., ISBN 978-88-470-1961-4

**From Special Relativity to Feynman Diagrams**

A Course of Theoretical Particle Physics for Beginners  
Riccardo D'Auria, Mario Trigiantè  
2011, X, 562 pp., ISBN 978-88-470-1503-6

**Problems in Quantum Mechanics with solutions**

Emilio d'Emilio, Luigi E. Picasso  
2011, X, 354 pp., ISBN 978-88-470-2305-5

**Fisica del plasma**

Fondamenti e applicazioni astrofisiche  
Claudio Chiuderi, Marco Velli  
2011, VIII, 222 pp., ISBN 978-88-470-1847-1