

Remigio Russo  
Giulio Starita

Elementi  
di Meccanica



Copyright © MMVIII  
ARACNE editrice S.r.l.

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

via Raffaele Garofalo, 133 a/b  
00173 Roma  
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-1551-3

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: gennaio 2008

# Indice

<b>1 Equazioni differenziali ordinarie</b>	<b>1</b>
1.1 Il problema di Cauchy: esistenza e unicità della soluzione . . . . .	1
1.2 Soluzioni massimali e soluzioni globali . . . . .	7
1.3 Soluzioni costanti e stabilità . . . . .	9
1.4 Equazioni autonome . . . . .	12
1.5 Punti singolari, periodici e aperiodici . . . . .	15
1.6 Equazioni a variabili separabili . . . . .	17
1.7 Equazioni differenziali del secondo ordine . . . . .	20
1.8 Equazioni del secondo ordine lineari . . . . .	23
<b>2 Spazio, tempo e movimento</b>	<b>29</b>
2.1 Lo spazio-tempo e i riferimenti spazio-temporali . . . . .	29
2.2 Moto, velocità, accelerazione di un punto . . . . .	31
2.3 Curve nello spazio e formule di Frenet . . . . .	33
2.4 Le curve del piano . . . . .	39
2.5 Traiettoria e legge oraria nel moto di una particella . . . . .	42
2.6 Riferimenti in moto relativo . . . . .	47
2.7 Rotazioni dello spazio tridimensionale . . . . .	49
2.8 Angoli di Eulero . . . . .	51
2.9 Velocità angolare . . . . .	55
2.10 Derivata assoluta e derivata relativa . . . . .	57
2.11 Velocità di trascinamento e accelerazione di trascinamento . . . . .	58
2.12 Moti relativi particolari . . . . .	60
2.13 Composizione di moti relativi . . . . .	63
2.14 Formule di trasformazione dei moti, delle velocità e delle accelerazioni	67
<b>3 I principi della Meccanica dei sistemi di particelle</b>	<b>69</b>
3.1 I sistemi di punti materiali . . . . .	69
3.2 Assiomi della Dinamica dei sistemi di particelle . . . . .	73
3.3 Equazioni cardinali per i sistemi di particelle . . . . .	75
3.4 Lavoro, potenza e Teorema dell'energia cinetica . . . . .	78
3.5 Sistemi di particelle libere . . . . .	79

3.6 Sistemi conservativi . . . . .	81
3.7 Configurazioni di equilibrio e criteri di stabilità . . . . .	85
3.8 Punto vincolato a una curva o a una superficie fisse . . . . .	87
3.9 Sistemi di particelle vincolati . . . . .	93
3.10 L'equazione simbolica della dinamica . . . . .	95
3.11 Forma lagrangiana delle equazioni del moto . . . . .	98
3.12 Integrali primi dei sistemi lagrangiani . . . . .	105
<b>4 I sistemi a un grado di libertà</b>	<b>109</b>
4.1 Generalità e condizioni di equilibrio . . . . .	109
4.2 Oscillazioni lineari libere e forzate . . . . .	115
4.3 Integrazione dei sistemi a un grado di libertà soggetti a forze posizionali . . . . .	125
4.4 Ritratto di fase e insiemi di livello dell'energia . . . . .	130
4.5 Punti singolari, periodici e aperiodici . . . . .	133
4.6 Relazione tra ampiezza e periodo nei moti periodici; piccole oscillazioni . . . . .	143
4.7 Il pendolo semplice . . . . .	152
4.8 Il pendolo in rotazione . . . . .	158
4.9 Integrazione dei sistemi a un grado di libertà soggetti a forze dissipative dipendenti dalla velocità . . . . .	163
<b>5 Moti nei campi centrali e problema dei due corpi</b>	<b>169</b>
5.1 Campi di forze centrali e costanti del moto . . . . .	169
5.2 Moti radiali in un campo centrale . . . . .	172
5.3 Studio qualitativo dei moti centrali . . . . .	175
5.4 Orbite nei moti centrali . . . . .	180
5.5 Equazioni polari delle coniche . . . . .	186
5.6 Orbite in un campo elastico . . . . .	196
5.7 Orbite in un campo newtoniano . . . . .	198
5.8 Il problema dei due corpi . . . . .	203
5.9 Il moto di due masse sotto l'azione delle mutue forze gravitazionali e le leggi di Keplero . . . . .	207
<b>6 Meccanica dei corpi rigidi</b>	<b>211</b>
6.1 I corpi rigidi . . . . .	211
6.2 Moti di un corpo rigido e riferimento solidale . . . . .	213
6.3 Densità di massa di un corpo rigido . . . . .	215
6.4 Momenti di inerzia e tensore di inerzia . . . . .	217
6.5 Quantità di moto, momento della quantità di moto, energia cinetica di un corpo rigido . . . . .	224
6.6 Le forze in meccanica del corpo rigido . . . . .	228
6.7 Le equazioni cardinali per i corpi rigidi . . . . .	230
6.8 Moti di un corpo rigido libero . . . . .	233

6.9 Moti di un corpo rigido soggetto a vincoli . . . . .	235
6.10 Moti per inerzia . . . . .	237
6.11 Descrizione di Poinsot dei moti per inerzia . . . . .	244
<b>Indice analitico</b>	<b>249</b>