

# Indice

Grandezze fisiche .....	11
1.1 Introduzione .....	11
1.2 Misura e unità di misura.....	13
1.3 Equazioni dimensionali.....	15
Elementi di calcolo vettoriale .....	17
2.1 Introduzione .....	17
2.2 Vettore e sue rappresentazioni .....	17
2.3 Algebra vettoriale .....	18
2.4 Prodotto per uno scalare.....	18
2.5 Versore.....	18
2.6 Somma vettoriale.....	19
2.7 Differenza vettoriale.....	19
2.8 Vettori componenti .....	20
2.9 Componenti ortogonali di un vettore .....	20
2.10 Vettori nello spazio.....	21
2.11 Rappresentazioni di un vettore nello spazio .....	21
2.12 Somma vettoriale col metodo delle componenti .....	22
2.13 Prodotto scalare.....	24
2.14 Prodotto scalare col metodo delle componenti.....	25
2.15 Prodotto vettoriale .....	26
2.16 Prodotto vettoriale col metodo delle componenti.....	27
2.17 Momento di un vettore.....	28
2.18 Derivazione e integrazione di un vettore .....	29
Cinematica del punto materiale .....	31
3.1 Introduzione .....	31
3.2 Velocità scalare media .....	32
3.3 Velocità scalare istantanea .....	32
3.4 Determinazione della legge oraria dalla velocità .....	33
3.5 Accelerazione scalare media e accelerazione scalare istantanea .....	34
3.6 Determinazione della legge oraria dall'accelerazione .....	35
3.7 Descrizione del moto nello spazio tridimensionale .....	37
3.8 Velocità vettoriale .....	37
3.9 Determinazione della legge oraria dalla velocità vettoriale.....	39
3.10 Accelerazione vettoriale.....	40
3.11 Velocità vettoriale nel sistema di riferimento intrinseco della traiettoria .....	43
3.12 Accelerazione vettoriale nel sistema di riferimento intrinseco della traiettoria ..	44
3.13 Moto piano nel sistema di coordinate polari .....	46
3.14 Moto circolare uniforme .....	47
3.15 Moto circolare uniformemente accelerato.....	49
3.16 Rappresentazione vettoriale del moto circolare.....	49
3.17 Moto circolare in coordinate polari e in coordinate intrinseche.....	50

3.18	<i>Moto circolare uniforme in coordinate cartesiane</i>	51
3.19	<i>Moto armonico semplice unidimensionale</i>	52
<b>Dinamica del punto materiale</b>		<b>57</b>
4.1	<i>Introduzione</i>	57
4.2	<i>Principi di Newton</i>	57
4.3	<i>Statica</i>	60
4.4	<i>Generalizzazione del secondo principio di Newton</i>	61
4.5	<i>Forze fondamentali</i>	61
4.6	<i>Forza peso</i>	62
4.7	<i>Tensione dei fili</i>	62
4.8	<i>Reazione vincolare normale</i>	67
4.9	<i>Attrito statico</i>	68
4.10	<i>Attrito dinamico</i>	70
4.11	<i>Attrito viscoso</i>	74
4.12	<i>Forza elastica</i>	76
4.13	<i>Dinamica del moto curvilineo</i>	80
4.14	<i>Pendolo semplice</i>	82
<b>Moti relativi</b>		<b>89</b>
5.1	<i>Introduzione</i>	89
5.2	<i>Moto relativo traslatorio</i>	89
5.3	<i>Moto relativo qualsiasi: trasformazione della velocità</i>	91
5.4	<i>Moto relativo qualsiasi: trasformazione dell'accelerazione</i>	95
5.5	<i>Forze apparenti</i>	95
5.6	<i>Sistemi inerziali</i>	96
5.7	<i>Trasformazioni galileiane</i>	96
5.8	<i>Moto relativo alla Terra</i>	99
<b>Teoremi della dinamica</b>		<b>107</b>
6.1	<i>Introduzione</i>	107
6.2	<i>Teorema dell'impulso</i>	108
6.3	<i>Conservazione della quantità di moto</i>	108
6.4	<i>Sistemi a massa variabile</i>	109
6.5	<i>Lavoro</i>	112
6.6	<i>Potenza</i>	113
6.7	<i>Energia potenziale e forze conservative</i>	113
6.8	<i>Energia cinetica e teorema delle forze vive</i>	116
6.9	<i>Bilancio energetico e teorema di conservazione dell'energia meccanica</i>	117
6.10	<i>Interpretazione della legge di conservazione dell'energia meccanica</i>	121
6.11	<i>Relazione fra forza ed energia potenziale</i>	122
6.12	<i>Momento della forza e momento angolare</i>	124
6.13	<i>Equazione dei momenti</i>	125
6.14	<i>Conservazione del momento angolare</i>	126
6.15	<i>Lavoro nel moto circolare</i>	126
6.16	<i>Forze centrali</i>	127
<b>Oscillazioni</b>		<b>137</b>
7.1	<i>Introduzione</i>	137

7.2	<i>Oscillatore armonico</i> .....	137
7.3	<i>Energia dell'oscillatore armonico</i> .....	138
7.4	<i>Sovrapposizione degli effetti</i> .....	138
7.5	<i>Oscillatori accoppiati e vettori di Fresnel</i> .....	139
7.6	<i>Oscillazioni smorzate</i> .....	142
7.7	<i>Oscillazioni forzate</i> .....	144
7.8	<i>Risonanza</i> .....	144
<b>Dinamica dei sistemi</b> .....		<b>147</b>
8.1	<i>Introduzione</i> .....	147
8.2	<i>Risultante delle forze</i> .....	147
8.3	<i>Momento meccanico risultante</i> .....	148
8.4	<i>Prima equazione cardinale</i> .....	148
8.5	<i>Centro di massa</i> .....	149
8.6	<i>Seconda equazione cardinale</i> .....	151
8.7	<i>Sistema del centro di massa</i> .....	153
8.8	<i>Equazioni cardinali nel sistema del centro di massa</i> .....	154
8.9	<i>Teorema di König del momento angolare</i> .....	156
8.10	<i>Teorema di König dell'energia cinetica</i> .....	157
8.11	<i>Estensione ai sistemi di punti materiali dei teoremi dell'energia</i> .....	158
8.12	<i>Sistemi di forze parallele</i> .....	159
<b>Dinamica del corpo rigido</b> .....		<b>165</b>
9.1	<i>Introduzione</i> .....	165
9.2	<i>Corpi continui</i> .....	166
9.3	<i>Moti traslatorio, rotatorio e rototraslatorio del corpo rigido</i> .....	167
9.4	<i>Momento d'inerzia</i> .....	168
9.5	<i>Calcolo del momento d'inerzia</i> .....	170
9.6	<i>Teorema di Huygens-Steiner</i> .....	173
9.7	<i>Legge oraria per la rotazione attorno ad un asse fisso</i> .....	175
9.8	<i>Energia cinetica del corpo rigido</i> .....	176
9.9	<i>Lavoro e potenza per rotazione attorno ad un asse fisso</i> .....	178
9.10	<i>Momenti d'attrito</i> .....	178
9.11	<i>Pendolo composto</i> .....	179
9.12	<i>Pendolo di torsione</i> .....	181
9.13	<i>Moto di puro rotolamento</i> .....	182
9.14	<i>Rotolamento con strisciamento</i> .....	187
9.15	<i>Equilibrio del corpo rigido</i> .....	189
9.16	<i>Ellissoide d'inerzia</i> .....	192
9.17	<i>Relazione fra velocità angolare e momento angolare</i> .....	194
9.18	<i>Equilibrio di rotazione</i> .....	195
9.19	<i>Giroscopi</i> .....	196
9.20	<i>Precessione</i> .....	197
<b>Fenomeni impulsivi e dinamica dell'urto</b> .....		<b>207</b>
10.1	<i>Introduzione</i> .....	207
10.2	<i>Urti fra punti materiali</i> .....	207
10.3	<i>Urti elastici ed anelastici</i> .....	208
10.4	<i>Urto elastico unidimensionale</i> .....	209

10.5	<i>Urto perfettamente anelastico</i>	210
10.6	<i>Urti centrali e periferici</i>	211
10.7	<i>Urto elastico obliquo contro una parete liscia</i>	212
10.8	<i>Altri fenomeni impulsivi</i>	212
10.9	<i>Urti con corpi rigidi</i>	213
<b>Gravitazione universale</b>		<b>225</b>
11.1	<i>Introduzione</i>	225
11.2	<i>Leggi di Keplero</i>	225
11.3	<i>Forza gravitazionale</i>	225
11.4	<i>Legge di gravitazione universale</i>	227
11.5	<i>Accelerazione di gravità</i>	229
11.6	<i>Massa inerziale e massa gravitazionale</i>	229
11.7	<i>Energia potenziale gravitazionale</i>	230
11.8	<i>Campo gravitazionale</i>	231
11.9	<i>Potenziale gravitazionale</i>	232
11.10	<i>Massa ridotta</i>	232
11.11	<i>Moto in campo gravitazionale</i>	233
<b>Statica dei fluidi</b>		<b>241</b>
12.1	<i>Introduzione</i>	241
12.2	<i>Pressione</i>	241
12.3	<i>Legge di Stevino e sue applicazioni</i>	242
12.4	<i>Legge di Archimede</i>	244
12.5	<i>Manometri</i>	245
<b>Dinamica dei fluidi</b>		<b>249</b>
13.1	<i>Introduzione</i>	249
13.2	<i>Flusso</i>	249
13.3	<i>Equazione di continuità</i>	250
13.4	<i>Teorema di Bernoulli</i>	251
13.5	<i>Cenni sul moto dei fluidi reali</i>	255
<b>Tensione superficiale</b>		<b>261</b>
14.1	<i>Introduzione</i>	261
14.2	<i>Tensione superficiale</i>	261
14.3	<i>Pressione generata dalla tensione superficiale</i>	263
14.4	<i>Forze di contatto</i>	265
14.5	<i>Capillarità</i>	266
<b>Termologia</b>		<b>269</b>
15.1	<i>Introduzione</i>	269
15.2	<i>Dilatazione termica e definizione della scala termometrica</i>	269
15.3	<i>Temperatura assoluta</i>	271
15.4	<i>Equazione di stato dei gas ideali</i>	272
<b>Teoria cinetica dei gas</b>		<b>275</b>
16.1	<i>Introduzione</i>	275
16.2	<i>Teorema del viriale per un punto materiale</i>	275

16.3	<i>Teorema del viriale per un sistema di punti materiali</i> .....	276
16.4	<i>Applicazione del teorema del viriale a un gas ideale monoatomico</i> .....	277
16.5	<i>Equazione di stato dei gas ideali e temperatura assoluta</i> .....	279
16.6	<i>Equazione di stato dei gas reali</i> .....	280
16.7	<i>Energia interna</i> .....	280
16.8	<i>Teorema dell'equipartizione dell'energia</i> .....	281
16.9	<i>Distribuzione di Maxwell delle velocità</i> .....	283
16.10	<i>Libero cammino medio</i> .....	284
<b>Concetti generali della termodinamica</b> .....		<b>285</b>
17.1	<i>Introduzione</i> .....	285
17.2	<i>Sistema termodinamico</i> .....	285
17.3	<i>Trasformazioni termodinamiche</i> .....	286
17.4	<i>Lavoro termodinamico</i> .....	287
17.5	<i>Calore</i> .....	288
17.6	<i>Capacità termica, calore specifico e capacità termiche molari</i> .....	289
17.7	<i>Transizioni di fase</i> .....	291
17.8	<i>Sorgenti di calore</i> .....	293
17.9	<i>Propagazione del calore</i> .....	293
17.10	<i>Rappresentazione delle trasformazioni termodinamiche</i> .....	297
17.11	<i>Trasformazioni canoniche</i> .....	298
17.12	<i>Determinazione della reversibilità e irreversibilità delle trasformazioni</i> .....	299
<b>Primo principio della termodinamica</b> .....		<b>301</b>
18.1	<i>Introduzione</i> .....	301
18.2	<i>Principio di equivalenza</i> .....	301
18.3	<i>Primo principio della termodinamica</i> .....	303
18.4	<i>Espansione libera</i> .....	304
18.5	<i>Interpretazione del primo principio della termodinamica</i> .....	306
<b>Applicazioni del primo principio ai gas ideali</b> .....		<b>309</b>
19.1	<i>Introduzione</i> .....	309
19.2	<i>Energia interna del gas ideale</i> .....	309
19.3	<i>Relazione di Mayer</i> .....	310
19.4	<i>Trasformazioni adiabatiche reversibili di un gas ideale</i> .....	310
19.5	<i>Riassunto per le trasformazioni canoniche di un gas ideale</i> .....	313
19.6	<i>Trasformazioni cicliche</i> .....	318
19.7	<i>Rendimento di una macchina termica</i> .....	318
19.8	<i>Ciclo di Carnot</i> .....	319
19.9	<i>Cicli termici di macchine di uso comune</i> .....	320
19.10	<i>Macchine frigorifere</i> .....	324
<b>Secondo principio della termodinamica</b> .....		<b>333</b>
20.1	<i>Introduzione</i> .....	333
20.2	<i>Enunciati del secondo principio della termodinamica</i> .....	333
20.3	<i>Equivalenza degli enunciati di Clausius e Kelvin</i> .....	334
20.4	<i>Teorema di Carnot</i> .....	335
20.5	<i>Teorema di Clausius</i> .....	337
20.6	<i>Generalizzazione del teorema di Carnot</i> .....	339

20.7	<i>Entropia</i> .....	340
20.8	<i>Entropia nelle trasformazioni irreversibili</i> .....	341
20.9	<i>Calcolo della variazione di entropia</i> .....	342
20.10	<i>Diagrammi T-S</i> .....	344
20.11	<i>Principio di aumento dell'entropia</i> .....	344
20.12	<i>Sistema, ambiente e universo termodinamici</i> .....	345
20.13	<i>Degradazione dell'energia ed energia resa inutilizzabile</i> .....	350
20.14	<i>Interpretazione statistica dell'entropia</i> .....	352
Transizioni di fase .....		363
21.1	<i>Introduzione</i> .....	363
21.2	<i>Isoterme dei gas reali</i> .....	363
21.3	<i>Equazione di stato di van der Waals</i> .....	364
21.4	<i>Diagrammi p-T</i> .....	366
21.5	<i>Formula di Clapeyron</i> .....	367
21.6	<i>Calore latente</i> .....	368