

Indice

1	Cinematica del punto	1
1.1	Componenti intrinseche di velocità e accelerazione	3
1.2	Moto piano in coordinate polari	4
2	Cinematica del corpo rigido	7
2.1	Moti rigidi piani	8
2.2	Moti rigidi nello spazio	10
2.3	Angoli di Cardano	12
2.4	Angoli di Eulero	13
2.5	Velocità e accelerazioni nel moto rigido	16
2.5.1	Formule di Poisson e velocità angolare	16
2.6	Spostamento rigido elementare	20
2.7	Classificazione dei moti rigidi	20
2.8	Atto di moto rototraslatorio e sue proprietà	21
2.8.1	Atto di moto rotatorio	23
2.8.2	Asse di moto	24
2.9	Campo spaziale delle accelerazioni	25
2.10	Velocità angolare nel moto rigido piano	26
2.11	Velocità angolare per un moto rigido nello spazio	28
2.11.1	Velocità angolare e matrice di rotazione	29
3	Cinematica relativa	31
3.1	Teorema di composizione delle velocità	32
3.2	Teorema di Coriolis	33
3.3	Legge di composizione delle velocità angolari	34
3.3.1	Esempio: calcolo di una velocità angolare nello spazio	36
3.4	Velocità angolare e angoli di Eulero	37
3.4.1	Moti di precessione	37
3.5	Derivata di un vettore rispetto a osservatori diversi	38
4	Sistemi vincolati	41
4.1	Esempi di sistemi vincolati	41
4.1.1	Primo esempio	42
4.1.2	Secondo esempio	42
4.1.3	Terzo esempio	44
4.1.4	Quarto esempio	45

4.1.5	Quinto esempio	48
4.2	Vincoli, coordinate libere e quantità virtuali	49
4.3	Atti di moto e spostamenti rigidi virtuali	49
4.4	Coordinate libere	51
4.5	Sistemi labili, iperstatici e isostatici	53
4.6	Vincoli bilateri olonomi	54
4.7	Rotolamento senza strisciamento e contatto	54
4.7.1	Disco che rotola senza strisciare	55
4.8	Vincoli di mobilità e vincoli anolonomi	56
4.8.1	Esempio di vincolo anonomo	57
4.9	Gradi di libertà	59
4.10	Base e ruletta	59
5	Geometria e cinematica delle masse	61
5.1	Baricentri	62
5.1.1	Proprietà di ubicazione del baricentro	62
5.1.2	Esempi	64
5.2	Momenti di inerzia	65
5.2.1	Esempi	66
5.3	Momenti di inerzia rispetto ad assi paralleli	67
5.3.1	Esempio	69
5.4	Momenti di inerzia rispetto ad assi concorrenti	70
5.5	Ellissoide di inerzia	71
5.6	Proprietà degli assi principali	73
5.6.1	Esempio	74
5.6.2	Determinazione analitica degli assi principali di inerzia	75
5.6.3	Caso piano	76
5.6.4	Esempio	77
5.7	Quantità di moto	78
5.8	Momento delle quantità di moto	79
5.8.1	Momento delle quantità di moto per un sistema rigido	80
5.8.2	Derivata del momento delle quantità di moto	82
5.9	Energia cinetica	82
5.9.1	Specializzazione del Teorema di Koenig per un sistema rigido	84
5.9.2	Energia cinetica di un sistema olonomo	85
6	Forze, lavoro, energia	87
6.1	Lavoro elementare	88
6.2	Lavoro lungo un cammino finito	89
6.2.1	Forze generali dipendenti da posizione, velocità e tempo	89
6.2.2	Forze posizionali	90
6.2.3	Forze conservative	90
6.2.4	Esempi di forze conservative e potenziali	91
6.3	Energia potenziale	93
6.4	Lavoro di un sistema di forze	93
6.4.1	Lavoro di forze agenti su un corpo rigido	93
6.4.2	Lavoro di forze agenti su un sistema olonomo	94

7	Leggi della Meccanica	97
7.1	Riferimenti inerziali: punto isolato	98
7.2	Massa e forza: coppie di punti	98
7.3	Sistemi isolati	99
7.4	Determinismo meccanico	100
7.5	Sollecitazioni interne ed esterne	101
7.6	Equazione fondamentale della dinamica	102
7.7	Sistemi di riferimento non inerziali	103
7.8	La natura sperimentale delle forze	103
7.9	Principio delle reazioni vincolari	104
8	Equazioni della dinamica dei sistemi	107
8.1	Equazioni cardinali	107
8.2	Moto del baricentro	109
8.3	Teorema dell'energia cinetica	111
8.4	Sufficienza delle equazioni cardinali	112
8.4.1	Conseguenze della sufficienza delle equazioni cardinali per la dinamica del corpo rigido	114
8.4.2	Approfondimenti	115
9	Statica	117
9.1	Statica del punto	118
9.1.1	Statica relativa	121
9.2	Statica dei sistemi e principio dei lavori virtuali	124
9.2.1	Vincoli ideali	125
9.3	Principio dei lavori virtuali nei sistemi olonomi	130
9.3.1	Vincoli bilaterali	130
9.3.2	Vincoli unilateri	131
9.3.3	Teorema di stazionarietà del potenziale	135
9.3.4	Stabilità dell'equilibrio in senso statico	135
9.3.5	Esempio	138
9.3.6	Calcolo delle reazioni vincolari mediante il principio dei lavori virtuali	139
9.3.7	Diagramma di biforcazione	140
9.4	Equazioni cardinali della statica	142
9.4.1	Tecnica dello svincolamento	144
9.4.2	Equilibrio in presenza di vincoli non lisci	146
9.4.3	Riducibilità delle forze nei corpi rigidi	147
9.4.4	Equilibrio di un corpo rigido appoggiato su un piano orizzontale liscio	148
9.4.5	Equilibrio di una scala	152
9.4.6	Equilibrio di un corpo rigido con un punto fisso	153
9.4.7	Equilibrio di un corpo rigido con un asse fisso	153

10 Statica dei continui monodimensionali	157
10.1 Equilibrio dei corpi monodimensionali	159
10.2 Azioni interne	159
10.3 Forze e momenti esterni	160
10.4 Equilibrio ed equazioni cardinali	161
10.4.1 Forze concentrate	162
10.5 Aste elastiche: il modello di Eulero	163
10.6 Esempio: asta pesante incastrata	164
10.7 Fili	166
10.8 Equilibrio di un filo omogeneo pesante	168
10.8.1 Archi resistenti a sole pressioni	169
10.9 Ponti sospesi	169
10.10 Filo teso su una superficie	171
11 Dinamica del punto materiale	173
11.1 Moto su traiettoria prestabilita	174
11.2 Sistemi conservativi con un grado di libertà	177
11.3 Moto sotto forze centrali	182
11.4 Leggi di Keplero. Legge di gravitazione universale	187
11.5 Problema dei due corpi	190
11.6 Dinamica relativa	192
11.7 Deviazione verso Oriente nella caduta dei gravi	195
12 Dinamica del corpo rigido	199
12.1 Moti alla Poinsot	199
12.1.1 Rotazioni permanenti	201
12.1.2 Stabilità delle rotazioni permanenti	201
12.1.3 Moti alla Poinsot di un giroscopio	203
12.1.4 Esempio	204
12.2 Corpo rigido vincolato	206
12.2.1 La cerniera cilindrica	207
12.2.2 Esempio	211
12.2.3 Bilanciamento Statico e Dinamico	212
12.2.4 Lo snodo sferico	214
12.2.5 Complementi	218
12.3 Corpo rigido appoggiato	221
12.3.1 Piano inclinato	222
12.3.2 Suolo orizzontale	224
12.3.3 Attrito volvente	225
12.3.4 La frenata perfetta	227
13 Meccanica lagrangiana	229
13.1 Principio di d'Alembert	230
13.2 Equazione simbolica della dinamica	232
13.3 Equazioni di Lagrange	233
13.3.1 Equazioni pure del moto	235
13.3.2 Determinismo lagrangiano	236

13.3.3	Lagrangiana	238
13.3.4	Integrali primi lagrangiani	239
13.4	Stabilità dell'equilibrio	243
13.4.1	Teorema di stabilità di Dirichlet-Lagrange	243
13.4.2	Criteri di instabilità	246
13.5	Stabilità di sistemi con un grado di libertà	248
13.6	Modi normali di sistemi con più gradi di libertà	251
13.6.1	Linearizzazione delle equazioni di moto	251
13.6.2	Analisi del moto approssimato	254
13.7	Approfondimenti	258
13.7.1	Dissipazione	258
13.7.2	Vincoli anolonomi lineari	260
13.7.3	Diagonalizzazione simultanea	262
A	A1. Richiami di calcolo vettoriale	265
A.1	Punti, vettori	265
A.2	Curve	269
A.3	Trasformazioni lineari, matrici	273
A.4	Sistemi di vettori applicati	279
	Indice analitico	287