

Indice

1	Movimenti rigidi	1
1.1	Trasformazioni nello spazio \mathbb{R}^3	1
1.2	Trasformazioni rigide	2
1.2.1	Espressione generale di una trasformazione rigida	3
1.2.2	Trasformazione rigida puramente traslatoria	7
1.2.3	Trasformazione rigida rotatoria attorno ad un asse	8
1.2.4	Movimento rigido generale	11
1.2.5	Riduzione a movimento elicoidale	12
1.2.6	Trasformazioni rigide piane	14
1.3	Composizione di trasformazioni	14
1.3.1	Rotazioni e traslazioni	14
1.3.2	Composizione di due rotazioni attorno ad assi fissi	15
1.3.3	Rotazioni composte attorno ad assi mobili	17
1.4	Trasformazioni rigide infinitesime	18
1.4.1	Composizione di trasformazioni rigide infinitesime: assi fissi	18
1.4.2	Composizione di trasformazioni rigide infinitesime: assi mobili	19
1.5	Esercizi	19
1.5.1	Sintesi di un movimento	19
1.5.2	Trasformazione composta	22
1.5.3	Trasformazione composta	25
1.5.4	Trasformazioni ed assi mobili	26
2	Cinematica analitica	29
2.1	Atti di moto	29
2.1.1	Atto di moto traslatorio	32
2.1.2	Atto di moto rotatorio	32
2.1.3	Atto di moto roto-traslatorio	32

2.2	Invariante scalare ed asse del Mozzi	32
2.3	Atti di moto e trasformazioni	34
2.4	Atti di moto in 2D	36
2.5	Corpi vincolati: introduzione	36
2.5.1	Vincoli elementari	36
2.6	Analisi di un corpo vincolato in 3D	39
2.6.1	Esempio	39
2.6.2	Corpi ben vincolati	40
2.6.3	Corpi mal vincolati	40
2.6.4	Vincoli incastro, cerniera e biella	42
2.6.5	Esempio	43
2.7	Analisi di un corpo rigido vincolato in 2D	44
2.7.1	Tipici vincoli in 2D	45
2.7.2	Esempio	46
2.8	Analisi di sistemi di corpi	47
2.8.1	Esempio	48
2.9	Cinematica relativa	50
2.9.1	Cinematica relativa per corpi in 2D	52
2.9.2	Esempio	53
2.10	Esercizi	53
2.10.1	Pannello vincolato con bielle	53
2.10.2	Struttura “a ponte”	55
2.10.3	Sistema di corpi mal vincolati	57
2.10.4	Atti di moto e centro di istantanea rotazione	59
2.10.5	Atti di moto e centro di istantanea rotazione	60
3	Cinematica grafica	63
3.1	Regole elementari	64
3.1.1	Corpo collegato a terra da cerniere o pattini	64
3.1.2	Corpo collegato a terra da biella	65
3.1.3	Corpo collegato a terra da carrello	66
3.2	Esempi di analisi di un corpo rigido	66
3.3	Arco a tre cerniere	70
3.4	Sistemi di corpi rigidi: quadrilatero articolato	73
3.5	Esempi di analisi	75
3.5.1	Archi a tre cerniere in sequenza	76
3.5.2	Strutture con anelli isostatici	78
3.6	Esercizi riassuntivi	80
3.6.1	Esercizio	80
3.6.2	Esercizio	84

3.6.3	Esercizio	84
3.6.4	Esercizio	85
4	Statica dei corpi rigidi: introduzione	89
4.1	Equazioni cardinali per un corpo rigido	89
4.1.1	Forze agenti su di un corpo rigido	91
4.2	Equazioni cardinali per un corpo rigido vincolato	93
4.2.1	Esempio	96
4.2.2	Esempio	98
4.2.3	Caso particolare di un corpo 2D	99
4.2.4	Esempio	100
4.3	Sistemi di corpi rigidi	101
4.3.1	Condizioni necessarie e sufficienti di equilibrio	101
4.3.2	Vincoli interni	102
4.3.3	Condizioni necessarie di equilibrio per un sistema di corpi rigidi	104
4.3.4	Condizioni necessarie di equilibrio per un sottosistema	106
4.3.5	Condizioni sufficienti di equilibrio	108
4.4	Esempi	109
4.4.1	Impalcato di un ponte	109
4.4.2	Esempio in 2D: movimentazione meccanica	112
4.4.3	Esempio	114
4.4.4	Esempio	116
4.4.5	Esempio	118
4.5	Esercizi riassuntivi	120
4.5.1	Pannello sospeso	120
4.5.2	Sistema di sollevamento	122
4.5.3	Punzonatrice	126
4.5.4	Carrello di atterraggio	128
4.5.5	Sistema di travi in 3D	131
4.5.6	Pannello sospeso	135
4.5.7	Sistema di sollevamento	137
5	Principio delle potenze virtuali	141
5.1	Teorema (principio) delle potenze virtuali per un corpo rigido	141
5.2	Teorema (principio) delle potenze virtuali per un sistema di corpi rigidi	143
5.3	Relazione tra PPV ed equazioni cardinali della statica	147
5.3.1	Esempio	147
5.3.2	Esempio: arco a tre cerniere	150

5.3.3	Esempio: quadrilatero articolato	153
5.4	Esercizio	158
5.4.1	Statica	158
5.4.2	Cinematica	160
5.4.3	PPV	161
5.5	Esercizio	161
5.5.1	Statica	161
5.5.2	Cinematica	162
5.5.3	PPV	163
5.6	Esercizio	164
6	Sistemi di travi in 2D	167
6.1	Calcolo delle reazioni vincolari	167
6.1.1	Esempi introduttivi	167
6.1.2	Arco a tre cerniere	171
6.1.3	Quadrilatero articolato	175
6.2	Azioni interne	178
6.2.1	Equazioni indefinite di equilibrio	180
6.3	Esempio	182
6.3.1	Analisi cinematica.	182
6.3.2	Reazioni vincolari.	183
6.3.3	Osservazione: riduzione ad albero della struttura.	185
6.3.4	Azioni interne.	185
6.4	Esempio	191
6.4.1	Analisi cinematica.	191
6.4.2	Calcolo delle reazioni vincolari.	191
6.4.3	Diagrammi azioni interne.	195
6.5	Esempio	196
6.5.1	Analisi cinematica.	196
6.5.2	Reazioni vincolari.	197
6.5.3	Diagrammi azioni interne.	199
6.6	Esempio	201
6.6.1	Analisi cinematica.	202
6.6.2	Reazioni vincolari.	202
6.6.3	Diagrammi azioni interne.	202
6.7	Esempio	204
6.7.1	Analisi cinematica.	204
6.7.2	Reazioni vincolari.	206
6.7.3	Diagrammi azioni interne.	207
6.8	Travature reticolari	207

6.8.1	Metodo delle sezioni	209
6.8.2	Metodo dei nodi e strutture iperstatiche	210
A	Forze e sistemi di forze	215
A.1	Momento di un forza	215
A.1.1	Momento di una forza rispetto ad un punto	215
A.1.2	Momento di una forza rispetto ad un asse	216
A.1.3	Esercizio	217
A.1.4	Esercizio	218
A.1.5	Esercizio	219
A.2	Sistema di forze	220
A.2.1	Coppia di forze	221
A.3	Sistemi di forze equipollenti	222
A.3.1	Trasporto di una forza.	222
A.3.2	Decomposizione di una forza nel piano.	223
A.3.3	Decomposizione di una forza nello spazio.	224
A.4	Teorema fondamentale sui sistemi di forze	226
A.5	Asse centrale e riduzioni notevoli di un sistema di forze	229
A.5.1	Asse centrale di un sistema di forze \mathbb{A}	230
A.5.2	Invariante scalare di un sistema di forze \mathbb{A}	231
A.5.3	Riduzioni <i>notevoli</i> di un sistema di forze \mathbb{A}	231
A.5.4	Forze appartenenti ad un piano	232
A.5.5	Esempio	233
A.5.6	Esempio	234
A.6	Forze parallele a risultante non nullo	236
A.7	Baricentro	236
A.7.1	Esempio	237
A.7.2	Esempio	238
A.7.3	Tecnica per il calcolo del baricentro di corpi composti	239
A.7.4	Esempio	239
A.7.5	Esempio	241
B	Elementi su spazi, applicazioni, vettori, tensori	243
B.1	Spazio vettoriale	243
B.1.1	Sottospazio di uno spazio vettoriale	244
B.1.2	Base di uno spazio vettoriale	244
B.1.3	Prodotto cartesiano.	245
B.2	Spazio affine	245
B.3	Applicazioni	245
B.3.1	Applicazioni bilineari e multilineari	247

B.3.2	Prodotto scalare e spazi euclidei	247
B.4	Vettori in \mathbb{R}^3 : richiami ed esercizi	247
B.4.1	Base ortonormale	247
B.4.2	Vettore	248
B.4.3	Prodotto scalare	248
B.4.4	Prodotto vettoriale	248
B.4.5	Prodotto vettoriale doppio	250
B.4.6	Prodotto misto	250
B.4.7	Cambiamento del sistema di riferimento	250
B.4.8	Esercizi di ripasso	251
B.5	Tensori del secondo ordine in \mathbb{R}^3	253
B.5.1	tensore diade	253
B.5.2	Componenti e base di un tensore	253
B.5.3	Tensori del secondo ordine e matrici	254
B.5.4	Notazione tensoriale e notazione matriciale	254
B.5.5	Tensore trasposto	255
B.5.6	Tensore prodotto	255
B.5.7	Tensore unit�	255
B.5.8	Cambiamento del sistema di riferimento	255
B.5.9	Rotazione di un tensore	256