

# Spis treści

Wykaz oznaczeń .....	6
Przedmowa .....	9
1 WPROWADZENIE.....	11
1.1 Mechanika newtonowska.....	14
1.2 Mechanika lagranżowska .....	19
1.3 Mechanika hamiltonowska .....	20
2 WIĘZY I ICH KLASYFIKACJA.....	23
2.1 Układy nieswobodne .....	23
2.2 Więzy dwustronne i jednostronne .....	23
2.2.1 Więzy dwustronne .....	24
2.2.2 Przykłady więzów dwustronnych .....	24
2.2.3 Więzy jednostronne .....	26
2.2.4 Przykłady więzów jednostronnych .....	26
2.3 Więzy geometryczne i kinematyczne .....	28
2.3.1 Więzy geometryczne .....	28
2.3.2 Przykłady więzów geometrycznych .....	29
2.3.3 Więzy kinematyczne .....	30
2.3.4 Przykłady więzów kinematycznych.....	31
2.3.5 Więzy kinematyczne całkowalne .....	32
2.4 Więzy reonomiczne i skleronomiczne.....	34
2.4.1 Więzy reonomiczne.....	34
2.4.2 Więzy skleronomiczne.....	36
2.5 Więzy idealne i przemieszczenia przygotowane .....	37
2.5.1 Przemieszczenia przygotowane .....	37

2.5.2	Więzy idealne .....	42
2.5.3	Przykłady więzów idealnych.....	44
3	<b>RÓWNANIA DYNAMIKI I ZASADA PRAC PRZYGOTOWANYCH WE WSPÓLRZĘDNYCH KARTEZJAŃSKICH .....</b>	<b>55</b>
3.1	Ogólne równanie dynamiki analitycznej.....	55
3.2	Zasada prac przygotowanych.....	60
3.2.1	Zadania do rozwiązania – zasada prac przygotowanych we współrzędnych kartezjańskich .....	68
3.3	Zasada d'Alemberta.....	71
3.4	Równania Lagrange'a I-go rodzaju.....	75
3.5	Reakcje więzów .....	81
4	<b>OPIS RUCHU WE WSPÓLRZĘDNYCH UOGÓLNIONYCH .....</b>	<b>93</b>
4.1	Współrzędne uogólnione .....	93
4.2	Prędkości i przyspieszenia uogólnione .....	96
4.3	Uogólnione przemieszczenia przygotowane .....	97
4.4	Siły uogólnione .....	98
4.4.1	Praca przygotowana sił działających na ciało sztywne ..	100
4.5	Zasada prac przygotowanych we współrzędnych uogólnionych	102
4.6	Równowaga w zachowawczym polu sił .....	115
4.6.1	Rodzaje równowagi.....	118
4.6.2	Zadania do rozwiązania – zasada prac przygotowanych we współrzędnych uogólnionych; stateczność położenia równowagi.....	142
4.7	Równania Lagrange'a II-go rodzaju dla układów holonomicznych .....	148
4.7.1	Zadania do rozwiązania – równania Lagrange'a II-go rodzaju dla układów holonomicznych .....	162
5	<b>WPROWADZENIE DO DYNAMIKI UKŁADÓW NIEHOLONOMICZNYCH.....</b>	<b>165</b>
5.1	Równania Lagrange'a drugiego rodzaju dla układów nieholonomicznych .....	165
5.1.1	Równania Lagrange'a drugiego rodzaju z mnożnikami .	167
5.1.2	Metoda eliminacji zależnych przemieszczeń przygotowanych z równania d'Alemberta – Lagrange'a....	179
5.2	Równania Maggi'ego dla układów nieholonomicznych.....	184

5.3	Równania Boltzmann-Hamela .....	190
5.3.1	Równania Boltzmann-Hamela w opisie ruchu kulistego .....	191
5.3.2	Zadania do rozwiązania – dynamika układów nieholonomicznych.....	195
6	DODATKI .....	203
A	Kinematyka ciała sztywnego .....	203
A.1	Prędkość punktów ciała sztywnego .....	204
A.2	Metody określania prędkości punktów ciała sztywnego ....	204
A.2.1	Metoda bieguna .....	205
A.2.2	Metoda środka chwilowego obrotu.....	206
A.2.3	Metoda rzutów prędkości .....	208
B	Energia kinetyczna ciała sztywnego .....	209
B.1	Energia kinetyczna ciała sztywnego w ruchu ogólnym .....	209
B.2	Energia kinetyczna ciała sztywnego w ruchu kulistym ....	211
B.3	Energia kinetyczna ciała sztywnego w ruchu płaskim .....	212
B.4	Energia kinetyczna ciała sztywnego w ruchu obrotowym .	213
C	Przykłady rozwiązań zadań przy użyciu komputera – system <i>wxMaxima</i> .....	215
C.1	Wykorzystanie systemu <i>wxMaxima</i> do rozwiązania układu równań algebraicznych .....	215
C.2	Wykorzystanie systemu <i>wxMaxima</i> do określenie położenia równowagi .....	218
C.3	Wykorzystanie systemu <i>wxMaxima</i> do badania stateczności.....	220
C.4	Wykorzystanie systemu <i>wxMaxima</i> do generowania równań dynamiki.....	222
	Bibliografia .....	225
	Spis rysunków .....	228
	Spis tabel .....	236
	Indeks .....	237