

SPIS TREŚCI

Przedmowa	6
1. ZASADY DYNAMIKI	7
1.1. Wprowadzenie	7
1.2. Prawa Newtona jako zasady dynamiki	7
1.3. Układy odniesienia	10
1.4. Siła ciężkości. Ciężar	11
1.5. Siła bezwładności. Zasada d'Alemberta	12
1.6. Pytania i polecenia	15
2. RÓWNANIA RUCHU PUNKTU MATERIALNEGO	16
2.1. Wiadomości wstępne	16
2.2. Pierwsze zagadnienie dynamiki	18
2.3. Drugie zagadnienie dynamiki	20
2.3.1. Równania ruchu we współrzędnych prostokątnych	20
2.3.2. Równania ruchu we współrzędnych naturalnych	31
2.3.3. Równania ruchu we współrzędnych biegunowych	35
2.4. Równania ruchu względnego	35
2.5. Zadania kontrolne	42
2.6. Pytania i polecenia	44
3. DYNAMICZNE RÓWNANIA RUCHU UKŁADÓW PUNKTÓW MATERIALNYCH I CIAŁA SZTYWNEGO	46
3.1. Układ punktów materialnych. Ciało sztywne. Środek masy	46
3.1.1. Wiadomości podstawowe	46
3.1.2. Twierdzenie o ruchu środka masy	47
3.2. Ruch płaski ciała sztywnego. Ruch obrotowy	54
3.3. Pytania i polecenia	58
3.4. Momenty bezwładności ciała sztywnego	59
3.4.1. Moment bezwładności bryły względem płaszczyzny, osi, bieguna (punktu). Ramię bezwładności	59
3.4.2. Twierdzenie Steinera	62
3.4.3. Odśrodkowy moment bezwładności (moment dewiacyjny)	63
3.4.4. Moment bezwładności względem dowolnej osi. Główne i centralne osie bezwładności	63
3.4.5. Momenty bezwładności niektórych brył geometrycznych	67
3.5. Zadania kontrolne	73
3.6. Pytania i polecenia	74
3.7. Przykłady zastosowań dynamicznych równań ruchu obrotowego	75
3.8. Wahadło fizyczne. Doświadczalne wyznaczanie momentów bezwładności	81
3.8.1. Wahadło fizyczne	81
3.8.2. Doświadczalne wyznaczenie momentów bezwładności ciał	83
3.9. Przykłady zastosowań dynamicznych równań ruchu płaskiego	85
3.10. Reakcje dynamiczne. Wyrównoważanie	98

3.10.1.	Reakcje dynamiczne	98
3.10.2.	Wyrównoważanie wirników	102
3.10.3.	Wyrównoważanie mechanizmów	104
3.11.	Zadania kontrolne	105
3.12.	Pytania i polecenia	108
4.	PRACA. MOC. ENERGIA	109
4.1.	Praca i energia potencjalna	109
4.1.1.	Definicja pracy	109
4.1.2.	Praca sił w ruchu obrotowym	111
4.1.3.	Praca siły ciężkości	114
4.1.4.	Praca siły oddziaływania sprężystego	115
4.1.5.	Energia potencjalna	116
4.2.	Moc siły	118
4.3.	Sprawność	121
4.4.	Energia kinetyczna punktu materialnego	123
4.4.1.	Twierdzenie o przyroście energii kinetycznej	123
4.4.2.	Zasada zachowania energii mechanicznej	126
4.4.3.	Przykłady zastosowań twierdzenia o przyroście energii kinetycznej	127
4.5.	Zadania kontrolne	130
4.6.	Pytania i polecenia	132
4.7.	Energia kinetyczna ciała sztywnego	132
4.7.1.	Wiadomości podstawowe	132
4.7.2.	Twierdzenie o przyroście energii kinetycznej	136
4.7.3.	Zasada zachowania energii mechanicznej	138
4.7.4.	Siły uogólnione i przemieszczenia uogólnione	139
4.7.5.	Podstawy kinetostatyki mechanizmów płaskich	143
4.7.6.	Równania Lagrange'a II rodzaju	148
4.7.7.	Siły i momenty równoważące quasi-ruch	151
4.7.8.	Przykłady zastosowań twierdzenia o przyroście energii kinetycznej	154
4.7.9.	Nierównomierność ruchu maszyn. Rola kół zamachowych	162
4.8.	Zadania kontrolne	165
4.9.	Pytania i polecenia	167
5.	PĘD. KRĘT. UDERZENIE	168
5.1.	Pęd. Zasada zachowania pędu	168
5.1.1.	Impuls siły (popęd) w prostokątnym układzie współrzędnych	168
5.1.2.	Ilość ruchu, czyli pęd punktu materialnego	169
5.1.3.	Twierdzenie o zmianie ilości ruchu układu materialnego	171
5.1.4.	Przykłady zastosowań zasady zachowania pędu	173
5.2.	Kręt. Zasada zachowania krętu	177
5.2.1.	Kręt punktu materialnego i układu punktów materialnych	177
5.2.2.	Kręt układu materialnego i bryły sztywnej	182
5.2.3.	Kręt w ruchu postępowym	185
5.2.4.	Kręt w ruchu obrotowym bryły sztywnej zasada zachowania krętu	185
5.2.5.	Kręt względem dowolnego bieguna	190
5.2.6.	Przykłady zastosowań zasady zachowania krętu	191
5.2.7.	Pochodna wektora krętu jako prędkość jego końca	196
5.2.8.	Przykłady zastosowań twierdzeń o pędzie i kręcie	199

5.3.	Uderzenie proste i środkowe	203
5.3.1.	Współczynnik restytucji albo przywrócenia prędkości	203
5.3.2.	Prędkość ciał po uderzeniu	205
5.3.3.	Strata energii kinetycznej podczas uderzenia	207
5.4.	Uderzenie ukośne	208
5.5.	Uderzenie nieswobodne ciała obracającego się wokół nieruchomej osi. Środek uderzenia	210
5.6.	Zadania kontrolne	215
5.7.	Pytania i polecenia	218
6.	DYNAMIKA RUCHU KULISTEGO. RUCH OGÓLNY	220
6.1.	Wiadomości wstępne. Efekt żyroskopowy	220
6.2.	Dynamiczne równania ruchu kulistego	228
6.2.1.	Kąty Eulera	228
6.2.2.	Równania ruchu Eulera	231
6.3.	Ruch ogólny bryły sztywnej	235
6.4.	Przykłady związane ze zjawiskiem żyroskopowym	235
6.5.	Zadania kontrolne	239
6.6.	Pytania i polecenia	240
7.	DRGANIA SPRĘŻYSTE	242
7.1.	Drgania jako ruch harmoniczny	242
7.2.	Równania ruchu drgającego punktu materialnego	245
7.2.1.	Drgania własne	245
7.2.2.	Stałe sprężyste	249
7.2.3.	Wzór Geigera	252
7.2.4.	Inne siły działające na masę podczas jej ruchu drgającego	255
7.2.5.	Przykłady obliczeń częstości drgań własnych	258
7.3.	Tłumione drganiami własne	263
7.4.	Składanie drgań	267
7.4.1.	Składanie dwu drgań jednakowo skierowanych o takim samym okresie	267
7.4.2.	Składanie dwu drgań jednakowo skierowanych o różnych okresach	270
7.4.3.	Składanie dwu drgań wzajemnie prostopadłych	272
7.5.	Drgania wymuszone	275
7.5.1.	Charakterystyka amplitudowa. Zjawisko rezonansu	275
7.5.2.	Charakterystyka fazowa. Analiza rezonansowa	281
7.6.	Drgania własne układów o dwu stopniach swobody. Tłumik dynamiczny	282
7.7.	Zadania kontrolne	292
7.8.	Pytania i polecenia	294
	Literatura do rozdziału 7	296
	Odpowiedzi i wskazówki do zadań kontrolnych	297