

SPIS TREŚCI

Przedmowa	13
1. PODSTAWY MECHANIKI	21
1.1. Pojęcia podstawowe	21
1.2. Zasada d'Alemberta	28
1.3. Zasada prac przygotowanych	32
1.4. Przyrost funkcji i wariacja funkcji	34
Literatura	44
2. STATYKA.....	46
2.1. Pojęcie równowagi	46
2.2. Geometryczne warunki równowagi płaskiego układu sił.....	62
2.3. Geometryczne warunki równowagi układu przestrzennego sił	70
2.4. Analityczne warunki równowagi.....	72
2.5. Oddziaływania mechaniczne, więzy i podpory	84
2.6. Redukcja przestrzennego układu sił do dwóch sił skośnych.....	98
2.7. Redukcja układu przestrzennego sił do skrętnika	101
2.8. Tarcie.....	110
2.9. Tarcie a ruch względny	130
2.10. Tarcie cięgien opasujących walec o przekroju kołowym.....	139
2.11. Modele tarcia.....	146
Literatura	150

3. GEOMETRIA MAS	153
3.1. Pojęcia podstawowe	153
3.2. Momenty II rzędu	167
3.3. Macierz bezwładności i jej transformacje	173
3.4. Tensor bezwładności, osie główne i elipsoida bezwładności	188
Literatura	198
4. KINEMATYKA PUNKTU I WPROWADZENIE DO KINEMATYKI POŁĄCZONYCH CIAŁ SZTYWNYCH	199
4.1. Ruch punktu na płaszczyźnie	199
4.2. Ruch prostoliniowy	200
4.3. Ruch prostoliniowy (harmoniczny) i przypadki szczególne ruchu krzywoliniowego na płaszczyźnie	203
4.4. Ruch po okręgu, po prostej i ruch krzywoliniowy w ujęciu wektorowym	208
4.5. Promień wodzący, współrzędne prostokątne i krzywoliniowe w przestrzeni	220
4.6. Współrzędne krzywoliniowe	222
4.7. Współrzędne normalne	260
4.7.1. Wprowadzenie	260
4.7.2. Pojęcia podstawowe	260
4.7.3. Prędkości i przyspieszenia we współrzędnych normalnych	261
4.8. Pary i łańcuchy kinematyczne, zmienne złączowe i algorytm Denavita-Hartenberga	279
4.8.1. Pary i łańcuchy kinematyczne	279
4.8.2. Zmienne złączowe i algorytm Denavita-Hartenberga	282
4.9. Klasyfikacja problemów kinematyki	285
Literatura	290
5. KINEMATYKA CIAŁA SZTYWNEGO	291
5.1. Ruch postępowy i obrotowy	291
5.1.1. Ciało sztywne w przestrzeni i stopnie swobody	291

5.1.2.	Prędkość punktów ciała sztywnego.....	295
5.1.3.	Ruch postępowy	297
5.1.4.	Ruch obrotowy	299
5.1.5.	Prędkości i przyspieszenia kątowe jako wektory, wektor małego obrotu.....	305
5.2.	Ruch płaski.....	309
5.2.1.	Wiadomości wprowadzające.....	309
5.2.2.	Prędkości i przyspieszenia.....	315
5.2.3.	Metody wektorowe w kinematyce ruchu płaskiego	327
5.2.3.1.	Prędkości.....	327
5.2.3.2.	Przyspieszenia.....	336
5.3.	Ruch złożony punktu w przestrzeni	345
5.4.	Ruch płaski złożony punktu	351
5.5.	Ruch w przestrzeni	354
5.5.1.	Wprowadzenie.....	354
5.5.2.	Prędkość kątowna i przyspieszenie kątowne ciała sztywnego.....	358
5.5.3.	Propozycja Eulera	360
5.5.4.	Kąty Eulera.....	366
5.5.5.	Kinematyczne równania Eulera.....	381
5.5.6.	Przemieszczenie ciała sztywnego z jednym unieruchomionym punktem.....	385
5.5.7.	Przemieszczenie i obrót ciała sztywnego (podstawowe twierdzenia).....	387
5.5.8.	Przesunięcie równoległe i obrót ciała sztywnego oraz przekształcenia jednorodne	392
5.5.9.	Stany kinematyczne ciała sztywnego	394
5.5.10.	Prędkość i przyspieszenie w ruchu postępowym	394
5.5.11.	Prędkość i przyspieszenie w ruchu kulistym.....	395
5.5.12.	Prędkość i przyspieszenia w ruchu ciała wokół osi nieruchomej	405
5.5.13.	Prędkości punktu ciała sztywnego w różnych układach współrzędnych	408

5.5.14.	Precesja regularna ciała sztywnego	412
5.5.15.	Ruch śrubowy	423
5.5.16.	Interpretacja geometryczna prędkości i przyspieszenia punktu ciała sztywnego w ruchu dowolnym.....	425
5.6.	Ruch kulisty	440
5.6.1.	Energia kinetyczna, elipsoida bezwładności i kręt	440
5.7.	Ruch złożony ciała sztywnego.....	448
	Literatura	453
6.	KINEMATYKA CIAŁA ODKSZTAŁCALNEGO	455
6.1.	Tensory w mechanice	455
6.2.	Tensor naprężeń.....	460
	Literatura	507
7.	DYNAMIKA PUNKTU I UKŁADU MATERIALNEGO	508
7.1.	Dynamika punktu	508
7.1.1.	Drugie prawo Newtona.....	508
7.1.2.	Klasyfikacja problemów dynamiki.....	511
7.1.3.	Ruch punktu pod działaniem sił prostych.....	514
7.1.4.	Prawo zmienności pędu	522
7.1.5.	Prawa zachowania wielkości kinematycznych punktu materialnego	524
7.2.	Podstawowe prawa dynamiki układu materialnego.....	540
7.2.1.	Wprowadzenie	540
7.2.2.	Prawo zmienności pędu	542
7.2.3.	Prawo zachowania ruchu środka masy	545
7.2.4.	Moment ilości ruchu	548
7.2.5.	Energia kinetyczna UMD i UMC	552
7.2.6.	Prawo zachowania krętu (momentu kinetycznego).....	556
7.2.7.	Prawo zachowania energii kinetycznej.....	565
7.3.	Ruch punktu materialnego w polu środkowym	566
	Literatura	580

8. WAHADŁO MATEMATYCZNE I WAHADŁO FIZYCZNE	582
8.1. Wahadło matematyczne	582
8.2. Wahadło fizyczne	590
8.3. Dynamika wahadła fizycznego potrójnego w płaszczyźnie	594
8.3.1. Równania ruchu	594
8.3.2. Symulacje numeryczne	602
8.3.3. Reakcje dynamiczne w łożyskach	611
Literatura	620
9. DYNAMIKA I STATYKA WE WSPÓŁRZĘDNYCH UOGÓLNIONYCH	621
9.1. Więzy i współrzędne uogólnione	621
9.2. Zasady Jourdaina i Gaussa	650
9.3. Równanie ogólne statyki i stateczność położenia równowagi układów mechanicznych w polu sił potencjalnych	659
9.4. Równania Lagrange'a II i I rodzaju	675
9.5. Własności równania Lagrange'a	710
9.6. Całki pierwsze układów Lagrange'a	717
9.7. Równanie Routha	726
9.8. Współrzędne cykliczne	730
9.9. Kinetyka układu ciał sztywnych – manipulator o trzech stopniach swobody	734
9.9.1. Wprowadzenie	734
9.9.2. Model fizyczny i matematyczny	734
9.9.3. Wyniki symulacji numerycznych	741
Literatura	745
10. KLASYCZNE RÓWNANIA DYNAMIKI	747
10.1. Mechanika Hamiltona	747
10.1.1. Równania Hamiltona	747
10.1.2. Twierdzenie Jacobiego-Poissona	750

10.1.3. Przekształcenia kanoniczne	752
10.1.4. Przekształcenia kanoniczne nieosobliwe i funkcje kierujące	760
10.1.5. Metoda Jacobiego i równania Jacobiego-Hamiltona	762
10.1.6. Postacie równań Jacobiego-Hamiltona w przypadku zmiennych cyklicznych i układów zachowawczych	764
10.2. Metody rozwiązywania równań Eulera-Lagrange'a	766
10.2.1. Wprowadzenie	766
10.2.2. Twierdzenie Eulera i równania Eulera-Lagrange'a	767
10.2.3. Dekompozycja i równanie Bogomolnego	770
10.2.4. Transformacja Bäcklunda	771
10.3. Równania Whittakera	775
10.4. Równania Vorontsa i równania Chaplygina	778
10.5. Równania Appella	788
Literatura	796
11. TEORIA UDERZENIA	798
11.1. Podstawowe pojęcia	798
11.2. Podstawowe prawa teorii uderzenia	800
11.3. Uderzenie punktu materialnego o przegrodę	805
11.4. Interpretacja fizyczna uderzenia	807
11.5. Zderzenie dwóch kul poruszających się ruchem postępowym ...	809
11.6. Zderzenie dwóch ciał sztywnych swobodnych	815
11.7. Środek uderzenia	821
Literatura	823
12. DRGANIA UKŁADÓW MECHANICZNYCH	824
12.1. Wprowadzenie	824
12.2. Równania ruchu liniowych układów mechanicznych o N stopniach swobody	825
12.3. Klasyfikacja sił mechanicznych liniowych i ich własności	827

12.4. Małe drgania układów liniowych o jednym stopniu swobody	836
12.5. Małe drgania własne układu zachowawczego nieliniowego o jednym stopniu swobody i postać bezwymiarowa równań ruchu	855
12.6. Układy mechaniczne o jednym stopniu swobody z obciążeniem fragmentami liniowym i impulsowym	862
Literatura	884
13. ELEMENTY DYNAMIKI PLANET	887
13.1. Wprowadzenie	887
13.2. Pola sił potencjalne	892
13.3. Dynamika dwóch punktów materialnych	893
Literatura	907
14. DYNAMIKA UKŁADÓW O ZMIENNEJ MASIE	908
14.1. Wprowadzenie	908
14.2. Zmiana ilości ruchu i momentu kinetycznego	908
14.3. Ruch punktu materialnego układu o zmiennej masie	911
14.4. Ruch rakiety (dwa zagadnienia Ciołkowskiego)	914
14.5. Równania ruchu ciała o zmiennej masie	920
Literatura	928
15. DYNAMIKA CIAŁA I UKŁADÓW CIAŁ SZTYWNYCH	929
15.1. Obrót ciała sztywnego wokół osi nieruchomej	929
15.2. Ruch ciała sztywnego wokół nieruchomego punktu	934
15.3. Dynamika ciała sztywnego wokół punktu nieruchomego w polu grawitacyjnym	945
15.4. Ruch ogólny swobodny ciała sztywnego	951
15.5. Ruch kuli jednorodnej po płaszczyźnie poziomej w polu ciężkości z uwzględnieniem tarcia Coulomba	953
15.6. Ruch ciała sztywnego o powierzchni dowolnej wypukłej po płaszczyźnie poziomej	962

15.7. Równania drgań N układów ciał sztywnych połączonych za pomocą przegubów Cardana-Hooke'a.....	966
15.8. Drgania zachowawcze bryły sztywnej podpartej sprężystości w polu grawitacyjnym	979
Literatura	995
16. GEOMETRODYNAMIKA	996
16.1. Wprowadzenie	996
16.2. Metryka Jacobiego na Q	1004
16.3. Równanie Jacobiego-Levi-Civita (JLC)	1009
16.4. Równanie JLC we współrzędnych geodezyjnych	1014
16.5. Równanie JLC dla metryki Jacobiego	1017
16.6. Układy mechaniczne o dwóch stopniach swobody	1019
Literatura	1025
DODATEK	
D. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI Z RACHUNKU WEKTOROWEGO I MACIERZOWEGO	1026
D.1. Skalary i wektory	1026
D.2. Algebra wektorów	1030
D.2.1. Mnożenie wektora przez skalar	1030
D.2.2. Wektory w układzie współrzędnych kartezjańskich.....	1032
D.2.3. Iloczyn skalarny wektorów	1036
D.2.4. Iloczyn wektorowy	1038
D.2.5. Iloczyn mieszany	1041
D.2.6. Iloczyny wielokrotne	1043
D.3. Macierze	1044
Literatura	1051