

Spis treści

Wstęp	9
Wskazówka dla Czytelnika	10
Rozdział I. Mechanika punktu materialnego	11
A. Kinematyka punktu materialnego	11
1. Określenie punktu materialnego	11
2. Ruch i tor	12
3. Prędkość	12
Hodograf	14
4. Przyspieszenie	15
Składowe: normalna i styczna	15
Składowe: radialna i transwersalna	16
5. Prędkość i przyspieszenie w ruchu względnym	18
Przesunięcie równoległe i obrót	19
Transformacja prędkości	21
Ruch postępowy i obrotowy	24
Transformacja pochodnej wektora względem czasu	25
Transformacja przyspieszenia	26
B. Dynamika punktu materialnego	29
6. Zasada bezwładności	29
Przekształcenie Galileusza	31
7. Masa i siła	32
8. Równania Newtona	35
Równania Newtona w mechanice relatywistycznej	37
9. Grawitacja	37
Prawo powszechnego ciążenia	38
Siła Lorentza	39
Równość masy ciężkiej i bezwładnej	39
10. Zasada niezależności sił	41
11. Przykłady całkowania równań Newtona	42
1. Ruch jednostajny prostoliniowy	42
2. Rzut	43
3. Drgania harmoniczne	43
4. Drgania tłumione liniowe	47
5. Drgania wymuszone liniowe	52
6. Drgania anharmoniczne liniowe	58
12. Zasada zachowania pędu	62
13. Zasada zachowania energii	62

Zasada zachowania energii w mechanice relatywistycznej	68
Przykłady potencjałów	70
14. Zasada zachowania momentu pędu	71
Siła centralna	72
Prędkość polowa	73
Siła osiowa	74
Rola całki momentu pędu przy całkowaniu równań Newtona	74
15. Siła w ruchu względnym	77
16. Przykład całkowania równań ruchu w układzie nieinercyjnym. Rzut na obracającej się Ziemi	78
17. Ruch punktu materialnego po powierzchniach i krzywych	84
Ruch po powierzchni	87
Ruch po krzywej	88
Zasada zachowania energii dla nieswobodnego punktu materialnego	90
18. Przykład całkowania równań ruchu punktu materialnego nieswobodnego.	91
Wahadło matematyczne	
Rozdział II Mechanika układu punktów materialnych	100
1. Równania Newtona	100
2. Zasada równej akcji i reakcji	102
3. Środek masy układu punktów materialnych	103
4. Zasada zachowania pędu	105
5. Zasada zachowania momentu pędu	108
6. Zasada zachowania energii	114
7. Przykład całkowania równań Newtona dla układu punktów materialnych.	119
Zagadnienie dwu ciał	
Tor ruchu względnego	125
Zależność czasowa ruchu względnego	130
Metoda wektorowa otrzymywania toru	132
8. Ruch punktu materialnego o zmiennej masie	133
Przykład: rakiet	134
9. Więzy	137
10. Zasada d'Alemberta	139
Zasada d'Alemberta dla punktu materialnego	139
Zestawienie postulatów prowadzących do równań ruchu nieswobodnego punktu materialnego	145
Zasada d'Alemberta	146
Zasada prac wirtualnych	153
Zasada d'Alemberta dla układów o więzach nieholonomicznych	157
11. Równania Lagrange'a pierwszego rodzaju	159
Wyznaczanie położenia równowagi	162
Zagadnienie trwałości położenia równowagi	164

Równania Lagrange’a pierwszego rodzaju dla układów o więzach nieholonomicznych	165
Zasady zachowania dla układu nieswobodnych punktów materialnych	166
12. Równania Lagrange’a drugiego rodzaju	168
Współrzędne uogólnione	168
Zasada d’Alemberta we współrzędnych uogólnionych	171
Równania Lagrange’a drugiego rodzaju	174
Przykłady równań Lagrange’a	176
Równania Lagrange’a drugiego rodzaju przy siłach potencjalnych	179
Pędy uogólnione	182
Całki pierwsze równań Lagrange’a drugiego rodzaju	184
Równania Lagrange’a drugiego rodzaju w mechanice relatywistycznej	187
13. Przykłady całkowania równań Lagrange’a drugiego rodzaju	190
1. Ogólne uwagi dotyczące stosowania równań Lagrange’a drugiego rodzaju	190
2. Wahadło podwójne	195
14. Zasada Hamiltona	201
Wariacja funkcji i całki	202
Zasada Hamiltona	204
15. Zasada Maupertuis	209
Wariacja z wariacją czasu funkcji i czasu	209
Zasada Maupertuis	213
16. Zasada Jacobiego	218
Rozdział III Równania Hamiltona i przekształcenia kanoniczne	222
1. Równania kanoniczne Hamiltona	222
Odwrotne przekształcenie Legendre’a	227
Znajdowanie funkcji Hamiltona	228
Całki pierwsze równań kanonicznych Hamiltona	231
Nawiasy Poissona	231
Równania Hamiltona w mechanice relatywistycznej	235
2. Przekształcenia kanoniczne	237
Przekształcenia punktowe	237
Zasada wariacyjna prowadząca do równań Hamiltona	240
Przekształcenia kanoniczne	241
Własności przekształceń kanonicznych	247
3. Równanie Hamiltona-Jacobiego	253
Separacja zmiennych nie występujących w funkcji Hamiltona	259
Całkowanie równania Hamiltona-Jacobiego	261
Przykłady równania Hamiltona-Jacobiego	262
Równanie Hamiltona-Jacobiego w mechanice relatywistycznej	264
4. Przykłady całkowania równania Hamiltona-Jacobiego	265
1. Drgania harmoniczne	265

2. Ruch w polu konserwatywnej siły centralnej	267
3. Zagadnienie dwu centrów sił	273
5. Metoda uśredniania stałych i rachunek zaburzeń	277
Rozdział IV Mechanika ciała sztywnego	282
1. Określenie ciała sztywnego	282
Wyznaczanie położenia ciała sztywnego	284
2. Prędkość i przyspieszenie punktów ciała sztywnego	286
Składanie ruchów ciała sztywnego	292
Przyspieszenie	293
3. Moment pędu i energia kinetyczna ciała sztywnego	293
Moment bezwładności i moment zboczenia ciała sztywnego	295
Analityczne przedstawienie tensora drugiego rzędu	297
Geometryczne przedstawienie tensora drugiego rzędu	299
Analityczne przedstawienie tensora momentu bezwładności	301
Geometryczne przedstawienie tensora momentu bezwładności	303
Energia kinetyczna ciała sztywnego	305
4. Równania ruchu ciała sztywnego	307
Równoważne układy sił	310
Wyznaczanie położenia równowagi ciała sztywnego	314
Równania Lagrange’a drugiego rodzaju dla ciała sztywnego	315
Równania ruchu dla układu ciał sztywnych	316
Dwa ciała sztywne stykające się	316
5. Ruch płaski ciała sztywnego	321
Ruch ciała sztywnego wokół stałej osi	323
6. Przykłady ruchu płaskiego	327
1. Wahadło fizyczne	327
2. Koło jednorodne na prostej w polu grawitacyjnym	330
7. Ruch ciała sztywnego wokół punktu	334
Równania Eulera	336
Moment sił potrzebny do zmiany kierunku osi symetrii	336
8. Przykłady ruchu wokół punktu	340
1. Błąd swobodny	340
2. Błąd symetryczny ciężki	354
9. Giroskop na obracającej się Ziemi	361
Zadania	364
Zadania do rozdziału I	364
Zadania do rozdziału II	382
Zadania do rozdziału III	404
Zadania do rozdziału IV	408
Przypis do rozdziału I 5-8	408
Przekształcenia Lorentza i relatywistyczne równania Newtona	416

Przypis do rozdziału I 11-18	416
Chaos deterministyczny na przykładzie ruchu wahadła tłumionego z siłą wymuszającą	427
Przypis do rozdziału II 14 i 15	427
Zasada Schwingera i prawa zachowania	439
Przypis do rozdziału III 1-2	439
Niezmienniki całkowite	443
Przypis do rozdziału III 3-4	443
Ruchy wielokrotnie periodyczne	446
Skorowidz	457