Podstawy mechaniki

Maciej Pawłowski



GSW
Gdańsk 2016

Recenzent
prof. nadzw. dr hab. inż. Adam Cenian

Książka wykorzystuje bogate doświadczenie badawcze i dydaktyczne autora, zdobyte podczas 40-letniej pracy dydaktycznej na Politechnice Gdańskiej oraz we współpracy z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi. Przeznaczona jest dla studentów wszystkich rodzajów studiów z wydziałów mechanicznych, inżynierii lądowej, inżynierii środowiska, inżynierii materiałowej, zarządzania oraz inżynierii produkcji. Przydatna jest do samodzielnego studiowania

Redakcja
Projekt okładki
Tomasz Mikołajczewski

Wydanie pierwsze, objętość 10,1 ark. wyd., Gdańsk 2016

Druk i oprawa
Mazowieckie Centrum Poligrafii
05-270 Marki, ul. Słoneczna 3C, tel. 22 497 66 55, www.c-p.com.pl

© Copyright by Gdańska Szkoła Wyższa, Gdańsk 2016



Wydawca
WYDAWNICTWO GDAŃSKIEJ SZKOŁY WYŻSZEJ
Do 2011 r. pod nazwą Wydawnictwo Gdańskiej Wyższej Szkoły Administracji
80-875 Gdańsk, ul. Biskupia 24B
tel. 58 305 08 12, tel. 58 305 08 89
Zamówienia: wydawnictwo@gsw.gda.pl

http://gsw.gda.pl/WYDAWNICTWO

ISBN 978-83-89762-83-2

Spis treści

PRZEDMOWA 7

DYNAMIKA 8

§ 1. Wstęp 9
§ 2. Dynamika ruchu postępowego 10
§ 3. Siła odrzutu 19
§ 4. Rzut ukośny 22
§ 5. Środek masy 31
§ 6. Dynamika ruchu obrotowego 35
§ 7. Prędkości względne 41
§ 8. Ruch centralny 42
§ 9. Zderzenie cząstek 48
§ 10. Moment pędu ciała sztywnego 56
§ 11. Tensor bezwładności 57
§ 12. Swobodny ruch ciała sztywnego 61
§ 13. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym 64
§ 14. Środek uderzenia 75
§ 15. Równania ruchu w ruchomym układzie odniesienia 78
§ 16. Moment żyroskopowy 84
§ 17. Uwagi o równiach ruchu 86
§ 18. Równania różniczkowe zwyczajne. Układ podstawowy 89
§ 19. Oscylator harmoniczny 93
§ 20. Oscylator o dwóch stopniach swobody 103
§ 21. Oscylacje bez sił przywracających 107
§ 22. Dryf statku na fali regularnej 112

STATYKA 117

§ 23. Stykanie się ciał 118
§ 24. Zawiesia 132
§ 25. Środek sił 140
§ 26. Tarcie 142
§ 27. Zasada prac przygotowanych 147
§ 28. Cięgna 151

KINEMATYKA 162

§ 29. Ruch punktu materialnego 163
§ 30. Prędkość i przyspieszenie w układzie biegunowym 166

§ 31. Trójścian Freneta 169
§ 32. Ruch ciała sztywnego 172
§ 33. Sprzęgło Cardana 182
§ 34. Toczenie się koła. Ruch płaski 185
§ 35. Ruch złożony 191

DZIAŁANIA NA MACIERZACH I WEKTORACH 194

§ 36. Własności macierzy 195
§ 37. Pojęcie wektora 199
§ 38. Iloczyn skalarny 202
§ 39. Iloczyn wektorowy 206
§ 40. Iloczyn mieszany 209
§ 41. Podwójny iloczyn wektorowy 209
§ 42. Różniczkowanie iloczynów wektorów 209
§ 43. Iloczyn tensorowy dwóch wektorów 210
§ 44. Składowe wektora i momentu wektora 213

BIBLIOGRAFIA 219

PRZEDMOWA

Mechanika ogólna obejmuje statykę, kinematykę i dynamikę. Tradycyjnie wykład mechaniki prowadzony jest w tej właśnie kolejności. Jednak w książce niniejszej wykład zaczyna się od praw Newtona i dynamiki, następnie obejmuje statykę, o podstawowym znaczeniu dla inżynierów, i kinematykę, a kończy się dodatkiem matematycznym o macierzach i wektorach.

Książka jest bogato ilustrowana przykładami zamieszczonymi w tekście. Na końcu większości paragrafów znajdują się zadania z rozwiązaniami, ułatwiającymi samodzielne studiowanie. Czytanie książki należy jednak zacząć od rachunku wektorowego, podstawowego narzędzia fizyki teoretycznej, podanego w przystępny sposób w „Dodatku matematycznym" na końcu książki. Najlepiej robić to równolegle ze studiowaniem zasadniczego materiału dotyczącego mechaniki. Rachunek wektorowy jest niedoceniany przez praktyków, a ma nieocenione znaczenie dla zrozumienia zaawansowanych zagadnień teoretycznych.

Książka jest autorska. Uściśla wiele problemów, jak ruch punktu o zmiennej masie, pojęcie momentu pędu (krętu), środka sił, ruchy kątowe ciała sztywnego, zwane w mechanice ruchem kulistym, czy też problem dryfu, związany z ruchem oscylacyjnym (kołysaniami) bez sił przywracających i wiele innych. Oscylacje bez sił przywracających to klasyczny problem okrętowy, dotychczas nierozwiązany. W budowie maszyn ruch taki nie występuje, gdyż oscylacje (drgania) mają zawsze siły przywracające, które uniemożliwiają pojawienie się dryfu. Stąd pojęcie to, w odróżnieniu od okrętownictwa, jest zupełnie nieznane w budowie maszyn.

Gdańsk, wrzesień 2016 r.