

S P I S T R E Ś C I

Od Wydawcy do drugiego wydania polskiego **xi**

Przedmowa **xiii**

Podziękowania **xxi**

1. Pomiar **1**

1.1. Jak się mierzy różne rzeczy, na przykład długość? **1**

O fizyce **1**

Jak się mierzy różne rzeczy? **2**

Międzynarodowy Układ Jednostek **2**

Zamiana jednostek **3**

Długość **4**

Cyfry znaczące i cyfry po przecinku **5**

1.2. Czas **6**

Czas **6**

1.3. Masa **7**

Masa **8**

Podsumowanie **9** Zadania **10**

2. Ruch prostoliniowy **16**

2.1. Położenie, przemieszczenie i prędkość średnia **16**

O fizyce **16**

Ruch **17**

Położenie i przemieszczenie **17**

Prędkość średnia **19**

2.2. Prędkość chwilowa **22**

Prędkość chwilowa **22**

2.3. Przyspieszenie **25**

Przyspieszenie **25**

2.4. Ruch ze stałym przyspieszeniem **28**

Ważny przypadek szczególny: ruch ze stałym przyspieszeniem **29**

Stałe przyspieszenie w innym świetle **33**

2.5. Spadek swobodny **34**

Spadek swobodny **34**

2.6. Całkowanie graficzne przy badaniu ruchu **36**

Całkowanie graficzne przy badaniu ruchu **36**

Podsumowanie **38** Pytania **39** Zadania **41**

3. Wektory **52**

3.1. Wektory i ich składowe **52**

O fizyce **52**

Wektory i skalary **53**

Geometryczne dodawanie wektorów **53**

Składowe wektorów **55**

3.2. Wektory jednostkowe, dodawanie wektorów na składowych **59**

Wektory jednostkowe **59**

Dodawanie wektorów na składowych **60**

Wektory a prawa fizyki **61**

3.3. Mnożenie wektorów **64**

Mnożenie wektorów **65**

Podsumowanie **70** Pytania **71** Zadania **72**

4. Ruch w dwóch i trzech wymiarach **79**

4.1. Położenie i przemieszczenie **79**

O fizyce **79**

Położenie i przemieszczenie **80**

4.2. Prędkość średnia i prędkość chwilowa **82**

Prędkość średnia i prędkość chwilowa **82**

4.3. Przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe **85**

Przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe **85**

4.4. Rzut ukośny 87

Rzut ukośny 88

4.5. Ruch jednostajny po okręgu 95

Ruch jednostajny po okręgu 95

4.6. Ruch względny w jednym wymiarze 98

Ruch względny w jednym wymiarze 98

4.7. Ruch względny w dwóch wymiarach 100

Ruch względny w dwóch wymiarach 100

Podsumowanie 102 Pytania 103 Zadania 105

5. Siła i ruch I 119

5.1. Pierwsza i druga zasada dynamiki Newtona 119

O fizyce 120

Mechanika klasyczna 120

Pierwsza zasada dynamiki Newtona 121

Siła 121

Masa 124

Druga zasada dynamiki Newtona 124

5.2. Kilka ważnych sił 129

Kilka ważnych sił 129

5.3. Jak stosować zasady dynamiki Newtona? 134

Trzecia zasada dynamiki Newtona 134

Jak stosować zasady dynamiki Newtona? 135

Podsumowanie 143 Pytania 143 Zadania 146

6. Siła i ruch II 156

6.1. Tarcie 156

O fizyce 156

Tarcie 157

Właściwości tarcia 160

6.2. Siła oporu i prędkość graniczna 164

Siła oporu i prędkość graniczna 164

6.3. Ruch jednostajny po okręgu 167

Ruch jednostajny po okręgu 167

Podsumowanie 173 Pytania 174 Zadania 175

7. Energia kinetyczna i praca 187

7.1. Energia kinetyczna 187

O fizyce 187

Co to jest energia? 187

Energia kinetyczna 188

7.2. Praca i energia kinetyczna 189

Praca 190

Praca i energia kinetyczna 190

7.3. Praca wykonana przez siłę ciężkości 195

Praca wykonana przez siłę ciężkości 196

7.4. Praca wykonana przez siłę sprężystości 200

Praca wykonana przez siłę sprężystości 200

7.5. Praca wykonana przez dowolną siłę zmienną 204

Praca wykonana przez dowolną siłę zmienną 205

7.6. Moc 209

Moc 210

Podsumowanie 212 Pytania 213 Zadania 215

8. Energia potencjalna i zachowanie energii 224

8.1. Energia potencjalna 224

O fizyce 224

Praca i energia potencjalna 225

Siły zachowawcze: niezależność pracy od drogi 226

Wyznaczanie energii potencjalnej 229

8.2. Zachowanie energii mechanicznej 232

Zachowanie energii mechanicznej 232

8.3. Zastosowanie krzywych energii potencjalnej 236

Zastosowanie krzywych energii potencjalnej 237

8.4. Praca wykonana nad układem przez siłę zewnętrzną 241

Praca wykonana nad układem przez siłę zewnętrzną 242

8.5. Zasada zachowania energii 246

Zasada zachowania energii 246

Podsumowanie 251 Pytania 252 Zadania 254

9. Środek masy i pęd 271

9.1. Środek masy 271

O fizyce 271

Środek masy 272

9.2. Druga zasada dynamiki Newtona dla układu cząstek 278

Druga zasada dynamiki Newtona dla układu cząstek 278

9.3. Pęd 283

Pęd 283

Pęd układu cząstek 284

- 9.4. Zderzenie i popęd siły 285
Zderzenie i popęd siły 285
- 9.5. Zachowanie pędu 290
Zachowanie pędu 290
- 9.6. Pęd i energia kinetyczna w zderzeniach 294
Pęd i energia kinetyczna w zderzeniach 294
Zderzenia niesprężyste w jednym wymiarze 295
- 9.7. Zderzenia sprężyste w jednym wymiarze 298
Zderzenia sprężyste w jednym wymiarze 299
- 9.8. Zderzenia w dwóch wymiarach 303
Zderzenia w dwóch wymiarach 303
- 9.9. Układ o zmiennej masie: rakietę 304
Układ o zmiennej masie: rakietę 304
Podsumowanie 307 Pytania 308 Zadania 310

10. Obroty 325

- 10.1. Zmienne obrotowe 325
O fizyce 326
Zmienne obrotowe 327
Czy wielkości kątowe są wektorami? 334
- 10.2. Obrót ze stałym przyspieszeniem kątowym 335
Obrót ze stałym przyspieszeniem kątowym 336
- 10.3. Związek zmiennych liniowych z kątowymi 338
Związek zmiennych liniowych z kątowymi 339
- 10.4. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym 343
Energia kinetyczna w ruchu obrotowym 343
- 10.5. Jak obliczyć moment bezwładności? 345
Jak obliczyć moment bezwładności? 345
- 10.6. Moment siły 350
Moment siły 350
- 10.7. Druga zasada dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego 352
Druga zasada dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego 352
- 10.8. Praca i energia kinetyczna ruchu obrotowego 356
Praca i energia kinetyczna ruchu obrotowego 357
Podsumowanie 360 Pytania 362 Zadania 363

11. Toczenie się ciał, moment siły i moment pędu 375

- 11.1. Toczenie jako złożenie ruchu obrotowego i postępowego 375
O fizyce 375
Toczenie jako złożenie ruchu obrotowego i postępowego 376
- 11.2. Siły i energia kinetyczna w ruchu tocznym 378
Energia kinetyczna ruchu tocznego 378
Siły działające przy toczeniu 379
- 11.3. Jo-jo 383
Jo-jo 383
- 11.4. Moment siły raz jeszcze 384
Moment siły raz jeszcze 384
- 11.5. Moment pędu 387
Moment pędu 388
- 11.6. Druga zasada dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego 390
Druga zasada dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego 390
- 11.7. Moment pędu ciała sztywnego 393
Moment pędu układu cząstek 394
Moment pędu ciała sztywnego obracającego się wokół stałej osi 395
- 11.8. Zachowanie momentu pędu 397
Zachowanie momentu pędu 397
- 11.9. Precesja żyroskopu 403
Precesja żyroskopu 403
Podsumowanie 405 Pytania 406 Zadania 407

Dodatki 418

- A. Międzynarodowy Układ Jednostek (SI) 418
- B. Niektóre podstawowe stałe fizyczne 420
- C. Niektóre dane astronomiczne 422
- D. Współczynniki zamiany jednostek 424
- E. Wzory matematyczne 428
- F. Właściwości pierwiastków 431
- G. Układ okresowy pierwiastków 434

Autorzy zdjęć 435

Odpowiedzi 436

Skorowidz 441