

# TREŚCI

Przedmowa

## ROZDZIAŁ 1

Pomiar

*Jak zmierzyć Ziemię o zachodzie Słońca?*

- 1.1. Jak się mierzy różne rzeczy? 2
- 1.2. Międzynarodowy Układ Jednostek 2
- 1.3. Zamiana jednostek 3
- 1.4. Długość 5
- 1.5. Czas 6
- 1.6. Masa 8
- Podsumowanie 9
- Zadania 10

## ROZDZIAŁ 2

Ruch prostoliniowy

*Jak długo spada beczka z Wodospadu Niagara?*

- 2.1. Ruch 14
- 2.2. Położenie i przemieszczenie 14
- 2.3. Prędkość średnia 15
- 2.4. Prędkość chwilowa 18
- 2.5. Przyspieszenie 20
- 2.6. Ważny przypadek szczególny: ruch ze stałym przyspieszeniem 23
- 2.7. Stałe przyspieszenie w innym świetle 26
- 2.8. Spadek swobodny 27
- Podsumowanie 30
- Pytania 31
- Zadania 32

## ROZDZIAŁ 3

Wektory

*Jak wektory mogą się przydać do badania jaskiń?*

- 3.1. Wektory i skalary 38
- 3.2. Geometryczne dodawanie wektorów 38
- 3.3. Składowe wektorów 41
- 3.4. Wektory jednostkowe 45
- 3.5. Dodawanie wektorów na składowych 45
- 3.6. Wektory a prawa fizyki 47
- 3.7. Mnożenie wektorów 48
- Podsumowanie 52
- Pytania 53
- Zadania 54

## ROZDZIAŁ 4

Ruch w dwóch i trzech wymiarach

*Skąd wiadomo, gdzie spadnie na arenę człowiek wystrzelony z armaty?*

- 4.1. Przechodzimy do dwóch lub trzech wymiarów 58
- 4.2. Położenie i przemieszczenie 58
- 4.3. Prędkość średnia i prędkość chwilowa 60
- 4.4. Przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe 62
- 4.5. Rzut ukośny 65
- 4.6. Analiza rzutu ukośnego 66
- 4.7. Ruch jednostajny po okręgu 71
- 4.8. Ruch względny w jednym wymiarze 74
- 4.9. Ruch względny w dwóch wymiarach 76
- Podsumowanie 77
- Pytania 78
- Zadania 80

## ROZDZIAŁ 5

### Siła i ruch I

*Czy człowiek może ruszyć z miejsca dwa wagony kolejowe?*

- 5.1. Co jest przyczyną przyspieszenia? 87
- 5.2. Pierwsza zasada dynamiki Newtona 87
- 5.3. Siła 88
- 5.4. Masa 90
- 5.5. Druga zasada dynamiki Newtona 91
- 5.6. Kilka ważnych sił 95
- 5.7. Trzecia zasada dynamiki Newtona 100
- 5.8. Jak stosować zasady dynamiki Newtona? 101
- Podsumowanie 107
- Pytania 108
- Zadania 110

## ROZDZIAŁ 6

### Siła i ruch II

*Dlaczego spadek kota z dużej wysokości jest nieraz mniej niebezpieczny niż z małej?*

- 6.1. Tarcie 118
- 6.2. Właściwości tarcia 120
- 6.3. Siła oporu i prędkość graniczna 124
- 6.4. Ruch jednostajny po okręgu 127
- Podsumowanie 132
- Pytania 133
- Zadania 134

## ROZDZIAŁ 7

### Energia kinetyczna i praca

*Czy podniesienie dużego ciężaru wymaga dużej pracy?*

- 7.1. Energia 141
- 7.2. Praca 142
- 7.3. Praca i energia kinetyczna 143
- 7.4. Praca wykonana przez siłę ciężkości 147
- 7.5. Praca wykonana przez siłę sprężystości 152
- 7.6. Praca wykonana przez dowolną siłę zmienną 155
- 7.7. Moc 158
- Podsumowanie 161
- Pytania 162
- Zadania 164

## ROZDZIAŁ 8

### Energia potencjalna i zachowanie energii

*Czy do budowy posągów z Wyspy Wielkanocnej potrzebna była niehumanitarna energia?*

- 8.1. Energia potencjalna 169
- 8.2. Siły zachowawcze: niezależność pracy od drogi 170
- 8.3. Wyznaczanie energii potencjalnej 173
- 8.4. Zachowanie energii mechanicznej 176
- 8.5. Zastosowanie krzywych energii potencjalnej 180
- 8.6. Praca wykonana nad układem przez siłę zewnętrzną 183
- 8.7. Zasada zachowania energii 187
- Podsumowanie 191
- Pytania 192
- Zadania 193

## ROZDZIAŁ 9

### Układy cząstek

*Jak to się dzieje, że baletnica „płyynie” nad sceną jak gdyby nie było siły ciężkości?*

- 9.1. Pewien szczególny punkt 204
- 9.2. Środek masy 204
- 9.3. Druga zasada dynamiki Newtona dla układu cząstek 209
- 9.4. Pęd 213
- 9.5. Pęd układu cząstek 214
- 9.6. Zachowanie pędu 215
- 9.7. Układ o zmiennej masie: rakietę 219
- 9.8. Siły zewnętrzne i zmiany energii wewnętrznej 221
- Podsumowanie 224
- Pytania 225
- Zadania 227

## ROZDZIAŁ 10

### Zderzenia

*Co można łatwiej złamać ciosem pięści: deskę czy płytę chodnikową?*

- 10.1. Co to jest zderzenie? 234
- 10.2. Popęd siły i pęd 235

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| 10.3. Pęd i energia kinetyczna w zderzeniach   | 239 |
| 10.4. Zderzenia niesprężyste w jednym wymiarze | 240 |
| 10.5. Zderzenia sprężyste w jednym wymiarze    | 244 |
| 10.6. Zderzenia w dwóch wymiarach              | 248 |
| Podsumowanie                                   | 249 |
| Pytania                                        | 250 |
| Zadania                                        | 252 |

## ROZDZIAŁ 11

### Obroty

*Na co przydaje się fizyka przy rzucie przez biodro?*

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 11.1. Ruch postępowy a ruch obrotowy                     | 260 |
| 11.2. Zmienne obrotowe                                   | 260 |
| 11.3. Czy wielkości kątowe są wektorami?                 | 265 |
| 11.4. Obrót ze stałym przyspieszeniem kątowym            | 266 |
| 11.5. Związek zmiennych liniowych z kątowymi             | 268 |
| 11.6. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym               | 271 |
| 11.7. Jak obliczyć moment bezwładności?                  | 273 |
| 11.8. Moment siły                                        | 276 |
| 11.9. Druga zasada dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego | 278 |
| 11.10. Praca i energia kinetyczna ruchu obrotowego       | 281 |
| Podsumowanie                                             | 285 |
| Pytania                                                  | 287 |
| Zadania                                                  | 288 |

## ROZDZIAŁ 12

### Toczenie się ciał, moment siły i moment pędu

*Dlaczego skok z trapezu z poczwórnym saltem jest trudny?*

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.1. Toczenie się ciał                                             | 297 |
| 12.2. Energia kinetyczna ruchu tocznego                             | 299 |
| 12.3. Siły działające przy toczeniu                                 | 300 |
| 12.4. Jo-jo                                                         | 303 |
| 12.5. Moment siły raz jeszcze                                       | 303 |
| 12.6. Moment pędu                                                   | 306 |
| 12.7. Druga zasada dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego            | 308 |
| 12.8. Moment pędu układu cząstek                                    | 310 |
| 12.9. Moment pędu ciała sztywnego obracającego się wokół stałej osi | 312 |
| 12.10. Zachowanie momentu pędu                                      | 314 |
| Podsumowanie                                                        | 321 |
| Pytania                                                             | 322 |
| Zadania                                                             | 323 |

## DODATKI

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| A. Międzynarodowy Układ Jednostek (SI) | A1  |
| B. Niektóre podstawowe stałe fizyczne  | A3  |
| C. Niektóre dane astronomiczne         | A5  |
| D. Współczynniki zamiany jednostek     | A7  |
| E. Wzory matematyczne                  | A11 |
| F. Właściwości pierwiastków            | A14 |
| G. Układ okresowy pierwiastków         | A17 |

Odpowiedzi do sprawdzianów  
oraz pytań i zadań  
o numerach nieparzystych

## Skorowidz