

# SPIIS TREŚCI

Przedmowa

## ROZDZIAŁ 13

### Równowaga i sprężystość 1

*Jak można bezpiecznie odpocząć w czasie wspinaczki w kominie skalnym?*

- 13.1. Równowaga 2
- 13.2. Warunki równowagi 3
- 13.3. Środek ciężkości 5
- 13.4. Kilka przykładów równowagi statycznej 7
- 13.5. Układy nieoznaczone 12
- 13.6. Sprężystość 14
- Podsumowanie 18
- Pytania 19
- Zadania 20

## ROZDZIAŁ 14

### Grawitacja 27

*Jak można wykryć czarną dziurę?*

- 14.1. Siła grawitacyjna we Wszechświecie 28
- 14.2. Prawo powszechnego ciążenia 28
- 14.3. Grawitacja a zasada superpozycji 30
- 14.4. Grawitacja w pobliżu powierzchni Ziemi 32
- 14.5. Grawitacja wewnątrz Ziemi 36
- 14.6. Grawitacyjna energia potencjalna 37
- 14.7. Planety i satelity: prawa Keplera 42
- 14.8. Satelity: orbity i energia 46
- 14.9. Grawitacja według Einsteina 48
- Podsumowanie 51
- Pytania 52
- Zadania 54

## ROZDZIAŁ 15

### Płyny 60

*Dlaczego początkujący nurkowie czasem tracą życie?*

- 15.1. Płyny w otaczającym nas świecie 61
- 15.2. Co to jest płyn? 61
- 15.3. Gęstość i ciśnienie 61
- 15.4. Płyny w spoczynku 64
- 15.5. Jak się mierzy ciśnienie? 67
- 15.6. Prawo Pascala 69
- 15.7. Prawo Archimedesesa 71
- 15.8. Ruch płynów doskonałych 75
- 15.9. Równanie ciągłości 76
- 15.10. Równanie Bernoulliego 79
- Podsumowanie 83
- Pytania 84
- Zadania 85

## ROZDZIAŁ 16

### Drgania 93

*Dlaczego budynki Mexico City zawaliły się pod wpływem bardzo odległego trzęsienia ziemi?*

- 16.1. Drgania 94
- 16.2. Ruch harmoniczny 94
- 16.3. Siła w ruchu harmonicznym 98
- 16.4. Energia w ruchu harmonicznym 100
- 16.5. Wahadło torsyjne 102
- 16.6. Wahadła 103
- 16.7. Ruch harmoniczny a ruch jednostajny po okręgu 108
- 16.8. Ruch harmoniczny tłumiony 110
- 16.9. Drgania wymuszone i rezonans 112
- Podsumowanie 113
- Pytania 114
- Zadania 116

## ROZDZIAŁ 17

### Fale I 122

*Jak skorpion wykrywa obecność chrząszcza,  
nie widząc go ani nie słysząc?*

- 17.1. Fale i cząstki 123
- 17.2. Rodzaje fal 123
- 17.3. Fale poprzeczne i podłużne 124
- 17.4. Długość fali i częstota 125
- 17.5. Prędkość fali biegnącej 128
- 17.6. Prędkość fali w napiętej linie 131
- 17.7. Energia i moc fali biegnącej w linie 134
- 17.8. Zasada superpozycji fal 136
- 17.9. Interferencja fal 137
- 17.10. Wskazy 140
- 17.11. Fale stojące 142
- 17.12. Fale stojące i rezonans 144
- Podsumowanie 147
- Pytania 148
- Zadania 149

## ROZDZIAŁ 18

### Fale II 154

*Jak nietoperz odnajduje ęmę w całkowitej ciemności?*

- 18.1. Fale dźwiękowe 155
- 18.2. Prędkość dźwięku 155
- 18.3. Biegnące fale dźwiękowe 159
- 18.4. Interferencja 162
- 18.5. Natężenie i głośność dźwięku 164
- 18.6. Źródła dźwięków w muzyce 168
- 18.7. Dudnienia 171
- 18.8. Zjawisko Dopplera 173
- 18.9. Prędkości naddźwiękowe; fale uderzeniowe 178
- Podsumowanie 179
- Pytania 180
- Zadania 182

## ROZDZIAŁ 19

### Temperatura, ciepło i pierwsza zasada termodynamiki 187

*Jak pszczoły wykorzystują ciepło do obrony przed  
szerszeniami?*

- 19.1. Termodynamika 188
- 19.2. Zerowa zasada termodynamiki 188
- 19.3. Pomiary temperatury 189
- 19.4. Skale Celsjusza i Fahrenheita 192
- 19.5. Rozszerzalność cieplna 194
- 19.6. Temperatura i ciepło 197
- 19.7. Pochłanianie ciepła przez ciała stałe i ciecze 198
- 19.8. Bliższe spojrzenie na ciepło i pracę 202
- 19.9. Pierwsza zasada termodynamiki 205
- 19.10. Niektóre szczególne przypadki pierwszej zasady  
termodynamiki 206
- 19.11. Mechanizmy przekazywania ciepła 209
- Podsumowanie 214
- Pytania 216
- Zadania 217

## ROZDZIAŁ 20

### Kinetyczna teoria gazów 224

*Dlaczego przy otwarciu butelki z zimnym napojem  
gazowanym tworzy się mgiełka?*

- 20.1. Nowe spojrzenie na gazy 225
- 20.2. Liczba Avogadra 225
- 20.3. Gazy doskonałe 226
- 20.4. Ciśnienie, temperatura i prędkość średnia kwadra-  
towa 230
- 20.5. Energia kinetyczna ruchu postępowego 233
- 20.6. Średnia droga swobodna 233
- 20.7. Rozkład prędkości cząsteczek 236
- 20.8. Molowe ciepła właściwe gazu doskonałego 239
- 20.9. Stopnie swobody a molowe ciepła właściwe 244
- 20.10. Nieco fizyki kwantowej 246
- 20.11. Rozprężanie adiabatyczne gazu doskonałego 247
- Podsumowanie 251
- Pytania 253
- Zadania 254

## ROZDZIAŁ 21

### Entropia i druga zasada termodynamiki 259

*Co wyznacza kierunek czasu?*

- 21.1. Kilka przemian nieodwracalnych 260
- 21.2. Zmiana entropii 261
- 21.3. Druga zasada termodynamiki 266
- 21.4. Entropia w świecie rzeczywistym: silniki 267
- 21.5. Entropia w świecie rzeczywistym: chłodziarki 273
- 21.6. Sprawność silników rzeczywistych 275
- 21.7. Statystyczne spojrzenie na entropię 276
- Podsumowanie 281
- Pytania 282
- Zadania 283

## 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 B1

Skorowidz C1