

Szczegółowy spis treści

Do czytelnika xiii

Do nauczyciela xiv

Podziękowania xviii

- 1** **0 nauce** **2**
Pomiary naukowe 3
Rozmiary Ziemi 3
Rozmiary Księżyca 4
Odległość do Księżyca 6
Odległość do Słońca 6
Rozmiary Słońca 7

Matematyka językiem nauki 8
Metoda naukowa 9
Postawa naukowa 9
Nauka, sztuka i religia 12
Nauka a technika 13
Fizyka — podstawa nauk przyrodniczych 13
Perspektywy nauki 14

część 1

MECHANIKA

17

- 2** **Ruch prostoliniowy** **18**
Ruch w ujęciu Arystotelesa 18
Ruch Ziemi według Kopernika 20
Galileusz a krzywa wieża 20
Równie pochyłe Galileusza 21
Opis ruchu 23
Prędkość 23
Wektor prędkości 25
Przyspieszenie 26
Przyspieszenie na równiach pochyłych Galileusza 27
Spadek swobodny 28
Jak szybko 28
Jak daleko 29
Spadek swobodny — jak szybko 30
- 3** **Ruch krzywoliniowy** **36**
Względność ruchu 36
Prędkość jako wektor 37
Rzut ukośny 40
Rzut z dużą prędkością. Satelity 46
Ruch po okręgu 49
- 4** **Prawa dynamiki Newtona** **56**
Pierwsza zasada dynamiki 56
Masa 57
Druga zasada dynamiki 60
Ruch bez przyspieszenia — równowaga 62

Ruch z przyspieszeniem g — spadek swobodny 66
Przyspieszenie mniejsze niż g — spadek z tłumieniem 67
Trzecia zasada dynamiki 70
Zestawienie trzech zasad dynamiki Newtona 76

5 **Pęd** **82**
Pęd 82
Popęd siły 83
Popęd siły a zmiana pędu 84
Przypadek 1. Zwiększanie pędu 85
Przypadek 2. Zmniejszenie pędu w dłuższym czasie 85
Przypadek 3. Zmniejszenie pędu w krótkim czasie 86
Odbicie 87
Zasada zachowania pędu 88
Zderzenia 90
Zderzenia pod kątem 94

- 6** **Energia** **100**
Praca 101
Moc 101
Energia mechaniczna 102
Energia potencjalna 103
Energia kinetyczna 105
Związek pracy z energią 105

Zasada zachowania energii 106
 Maszyny proste 108
 Sprawność 109
 Związek energii kinetycznej z pędem 110
 Energia w biologii 113

7 Ruch obrotowy 118

Bezwładność obrotowa 118
 Moment siły 121
 Środek masy i środek ciężkości 123
Położenie środka ciężkości 124
Stabilność 125
 Siła dośrodkowa 128
 Siła odśrodkowa 129
 Siła odśrodkowa w obracającym się układzie odniesienia 130
 Sztuczna grawitacja 131
 Moment pędu 133
 Zasada zachowania momentu pędu 134

8 Grawitacja 142

Kopernik, Brahe i Kepler 142
 Prawa Keplera 143

Prawo powszechnej grawitacji Newtona 144
Stała grawitacji G 145
Zależność sił grawitacyjnych od odległości: prawo odwrotności kwadratu 147
 Ciężar i nieważkość 149
 Przyptywy i odpływy morskie 150
Pływy wewnątrz Ziemi i w jej atmosferze 153
Pływy na Księżycu 153
 Pole grawitacyjne 154
Pole grawitacyjne wewnątrz planety 155
 Teoria grawitacji Einsteina 157
 Czarne dziury 157
 Powszechna grawitacja 159

9 Ruch satelitarny 166

Spadające jabłko 166
 Spadający Księżyc 167
 Ruch satelitów 168
Orbity kołowe 168
Orbity eliptyczne 170
 Zasada zachowania energii w ruchu satelitarnym 172
 Prędkość ucieczki 176

część 2

WŁASNOŚCI MATERII

181

10 Atomowa struktura materii 182

Atomy 183
 Cząsteczki 186
 Masy atomów i cząsteczek 187
 Pierwiastki, związki chemiczne, mieszaniny 188
 Budowa atomu 189
 Antymateria 192
 Stany skupienia (fazy) materii 193

11 Ciała stałe 197

Fotografie Müllera 197
 Struktura krystaliczna 198
 Gęstość 199
 Sprężystość 201
 Naprężenia przy odkształceniach 203
 Sklepienia łukowe 205
 Analiza wymiarowa 206

12 Ciecze 215

Ciśnienie 215

Ciśnienie hydrostatyczne 216
 Siły wyporu 219
 Prawo Archimedesesa 219
 Dlaczego jedno ciała pływają, a inne toną? 222
 Unoszenie się 223
 Prawo Pascala 225
 Napiecie powierzchniowe 226
 Właskowatość 228

13 Gazy i plazmy 234

Atmosfera ziemska 234
 Ciśnienie atmosferyczne 236
Barometry 238
 Prawo Boyle'a 240
 Siły wyporu powietrza 242
 Prawo Bernoulliego 243
Wykorzystanie prawa Bernoulliego 244
 Plazma 248
Plazma w otaczającym nas świecie 248
Plazmowe źródła mocy 249

część 3**CIEPŁO****255**

- 14 Temperatura, ciepło, rozszerzalność 256**
 Temperatura 256
 Ciepło 258
Pomiar ciepła 259
Ciepło właściwe 260
 Rozszerzalność cieplna 262
 Rozszerzalność wody 263
- 15 Przenoszenie ciepła 270**
 Przewodzenie ciepła 270
 Konwekcja 272
Dlaczego szybkie cząsteczki powietrza unoszą się w górę? 273
Dlaczego wznoszące się powietrze oziębia się? 274
 Promieniowanie ciepłe 275
Pochłanianie i odbicie promieniowania 276
Emisja promieniowania 277
Nocne ochłodzenie przez wypromieniowanie 278
 Newtona prawo ostygnięcia 279
 Efekt cieplarniany i globalne ocieplenie 280
 Promieniowanie słoneczne 281
 Termos 283

- 16 Przemiany fazowe 288**
 Parowanie 288
 Skraplanie 290
Kondensacja w atmosferze 291
Mgła i chmury 292
 Wrzenie 293
Gejzery 293
Wrzenie powoduje oziębianie 294
Jednoczesne wrzenie i zamarzanie 294
 Topnienie i krzepnięcie 295
Regelacja 295
 Ciepło przemiany fazowej 296

- 17 Termodynamika 304**
 Temperatura zera bezwzględnego 304
 Energia wewnętrzna 306
 Pierwsza zasada termodynamiki 306
Przemiany adiabatyczne 308
Pierwsza zasada termodynamiki a meteorologia 309
 Druga zasada termodynamiki 312
Silniki cieplne 312
 Porządek zmierza do nieporządku 316
 Entropia 318

część 4**AKUSTYKA****323**

- 18 Drgania i fale 324**
 Ruch wahadła 325
 Charakterystyka fali 325
 Ruch falowy 328
 Prędkość fali 328
 Fale poprzeczne 329
 Fale podłużne 330
 Interferencja 331
Fale stojące 332
 Zjawisko Dopplera 333
 Fale dziobowe 335
 Fale uderzeniowe 336
- 19 Dźwięki 342**
 Źródła dźwięku 342
 Istota dźwięku w powietrzu 343
 Przechodzenie dźwięku przez ośrodek 344
 Prędkość dźwięku w powietrzu 345

- Odbicie fal dźwiękowych 345
 Załamanie fal dźwiękowych 346
 Energia fal dźwiękowych 348
 Drgania wymuszone 348
 Częstotliwość własna 348
 Rezonans 349
 Interferencja 350
Dudnienia 352

- 20 Dźwięki muzyczne 359**
 Szumy a muzyka 359
 Wysokość tonu 360
 Natężenie dźwięku a jego głośność 360
 Barwa dźwięku 362
 Instrumenty muzyczne 363
 Analiza Fouriera 364
 Płyty kompaktowe 367

część 5**ELEKTRYCZNOŚĆ I MAGNETYZM****371****21 Elektrostatyka 372**

Siły elektryczne 373
 Ładunki elektryczne 373
 Zasada zachowania ładunku 374
 Prawo Coulomba 376
 Przewodniki i izolatory 377
Półprzewodniki 378
Nadprzewodniki 378
 Elektryzowanie ciał 379
Elektryzowanie przez pocieranie lub zetknięcie 379
Elektryzowanie przez indukcję 379
 Polaryzacja ładunkowa 381
 Pole elektryczne 383
Ekranowanie elektryczne 386
 Potencjał elektryczny 388
 Magazynowanie energii elektrycznej 390
Generator van de Graaffa 392

22 Prąd elektryczny 398

Przypływ ładunku elektrycznego 398
 Prąd elektryczny 399
 Źródła napięcia 400
 Opór elektryczny 401
 Prawo Ohma 401
Prawo Ohma a porażenie elektryczne 402
 Prąd stały i prąd przemienny 404
Prostowanie prądu przemiennego 405
 Prędkość elektronów w obwodzie i ich źródła 405
 Moc prądu 407
 Obwody elektryczne 408
Łączenie szeregowo 408

Łączenie równoległe 410
Obwody równoległe a przeciążenie 411
Bezpieczniki 412

23 Magnetyzm 418

Siły magnetyczne 419
 Bieguny magnetyczne 419
 Pole magnetyczne 420
 Domeny magnetyczne 421
 Pole magnetyczne prądu elektrycznego 423
Elektromagnesy 424
 Siła wywierana przez pole magnetyczne na poruszający się ładunek 424
 Siła wywierana przez pole magnetyczne na przewodnik z prądem elektrycznym 425
Elektryczne przyrządy pomiarowe 426
Silniki elektryczne 427
 Pole magnetyczne Ziemi 428
 Biomagnetyzm 431

24 Indukcja elektromagnetyczna 436

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej 436
 Prawo Faradaya 438
 Generatory prądów zmiennych 439
 Źródła mocy 441
Turbogeneratory 441
Prądnice magnetohydrodynamiczne 441
 Transformatory 442
 Samoindukcja 445
 Przesyłanie energii 446
 Indukowanie pola elektrycznego 447
 Perspektywy 447

część 6**ŚWIATŁO****451****25 Własności światła 452**

Fale elektromagnetyczne 452
Prędkość fal elektromagnetycznych 453
Widmo promieniowania elektromagnetycznego 454
 Ośrodki przezroczyste 456
 Ośrodki nieprzezroczyste 458
 Cienie 459
 Natura widzenia — oko 462

26 Barwa światła 470

Odbicie selektywne 471
 Przechodzenie selektywne 472
 Mieszanie barw 473
 Mieszanie barwników 475
Barwy dopełniające 477
 Dlaczego niebo jest niebieskie? 478
 Dlaczego zachodzące Słońce jest czerwone? 480

Dlaczego chmury są białe? 481
Dlaczego woda jest niebieskozielona? 482

27 Odbicie i załamanie 486

Odbicie 486
Zasada najkrótszego czasu 487
Prawo odbicia 487
Zwierciadła płaskie 489
Odbicie rozproszone 490
Załamanie 492
Fizyczne przyczyny załamania 496
Dyspersja 497
Tęcza 498
Całkowite odbicie wewnętrzne 501
Soczewki 505
Powstawanie obrazów w soczewce 506
Wady soczewek 509

28 Falowe własności światła 516

Zasada Huygensa 516
Ugięcie 519
Interferencja 521
Interferencja na cienkich błonach 526
Barwy cienkich warstw 527

Polaryzacja 529
Widzenie trójwymiarowe 532
Holografia 535

29 Emisja światła 541

Wzbudzenia 542
Widma emisyjne 544
Świecenie ciał żarzących się 546
Widma absorpcyjne 547
Fluorescencja 548
Lampy fluoroscencyjne 550
Fosforescencja 550
Lasery 551

30 Kwanty promieniowania 559

Narodziny teorii kwantowej 560
Kwantowanie; stała Plancka 560
Zjawisko fotoelektryczne 562
Dualizm korpuskularno-falowy 564
Doświadczenie z dwoma szczelinami 565
Cząstki jako fale: dyfrakcja elektronów 567
Zasada nieoznaczoności 569
Komplementarność 572

część 7

FIZYKA ATOMU I JĄDRA ATOMOWEGO

577

31 Atom w ujęciu kwantowym 578

Odkrycie jądra atomowego 578
Widma atomowe kluczem do poznania budowy atomu 579
Model atomu Bohra 580
Względne rozmiary atomów 582
Przyczyna kwantowania poziomów energii; fale elektronowe 583
Mechanika kwantowa 584
Zasada korespondencji 587

32 Jądro atomowe. Promieniotwórczość 590

Promienie Röntgena a promieniotwórczość 590
Promienie alfa, beta i gamma 591
Jądro atomowe 593
Izotopy 594
Dlaczego atomy są promieniotwórcze? 595
Okres połowicznego rozpadu 596

Detektory promieniowania jądrowego 597
Naturalne przemiany pierwiastków 600
Sztuczne przemiany pierwiastków 602
Izotopy promieniotwórcze 603
Datowanie za pomocą węgla 604
Datowanie uranowe 606
Skutki działania promieniowania na organizm ludzki 606

33 Rozszczepienie i synteza jąder atomowych 612

Rozszczepienie jądra 613
Reaktory jądrowe 615
Pluton 617
Reaktory powielające 618
Równoważność masy i energii 620
Synteza jądrowa 623
Kontrolowana synteza jądrowa 625

34	Szczególna teoria względności 634
	Względność ruchu 635
	Doświadczenie Michelsona–Morleya 635
	Postulaty szczególnej teorii względności 637
	Równoczesność 638
	Czasoprzestrzeń 639
	Dylatacja czasu 641
	Podróż bliźniaka 645
	Dodawanie prędkości 651
	Podróż w przestrzeni 652
	Skrócenie długości 654
	Pęd relatywistyczny 657

Masa i energia: $E = mc^2$ 658

Zasada korespondencji 661

35	Ogólna teoria względności 668
	Zasada równoważności 669
	Zakrzywienie światła przez masę 670
	Grawitacja i czas: grawitacyjne przesunięcie ku czerwieni 673
	Grawitacja i przestrzeń: ruch Merkurego 675
	Grawitacja, przestrzeń i nowa geometria 676
	Fale grawitacyjne 678
	Grawitacja w ujęciu Newtona i Einsteina 679

Zakończenie 682

Dodatek A Układy jednostek 684

Amerykański układ jednostek USCS 684
Międzynarodowy Układ Jednostek (SI) 684
<i>Metr</i> 685
<i>Kilogram</i> 686
<i>Sekunda</i> 686
<i>Niuton</i> 686
<i>Dżul</i> 686
<i>Amper</i> 686
<i>Kelwin</i> 686
<i>Pole powierzchni</i> 687
<i>Objętość</i> 687
Notacja naukowa 687

Dodatek B Więcej o ruchu 688

Obliczanie drogi i prędkości w ruchu po równi pochyłej 689
Obliczanie drogi w ruchu jednostajnie przyspieszonym 690

Dodatek C Wykresy 692

Wykresy — metoda wyrażania zależności ilościowych 692
Wykresy w kartezjańskim układzie odniesienia 692
Nachylenie krzywej i pole pod krzywą 694

Dodatek D Więcej o wektorach 696

Wektory i skalary 696
Dodawanie wektorów 696
Rozkład wektora na składowe 697
<i>Przykłady</i> 697
<i>Żaglówki</i> 699

Dodatek E Wzrost wykładniczy i okres podwajania 702

Słowniczek 709

Album fotograficzny Fizyki 725

Źródła fotografii 726

Skorowidz 728