

Spis treści

Słowo wstępne	9
Podziękowania	10
Przedmowa.....	13
Przedmowa do drugiego wydania.....	15
I. Wstęp: istota fizyki środowiska.....	17
1.1. System ekonomiczny.....	17
1.2. Życie w cieplarni.....	19
1.3. Dar Słońca	21
1.4. Przepływ materii, energii i pędu.....	22
1.5. Aspekty społeczne i polityczne	23
Literatura.....	26
II. Podstawy spektroskopii środowiska.....	27
2.1. Widmo słoneczne — wprowadzenie	27
2.1.1. Promieniowanie ciała doskonale czarnego	29
2.1.2. Widmo emisyjne Słońca.....	32
2.2. Oddziaływanie światła z materią.....	32
2.2.1. Przejścia elektryczne dipolowe	33
2.2.2. Współczynniki Einsteina.....	35
2.2.3. Prawo Lamberta-Beera	36
2.3. Cząsteczki biologiczne, ozon i światło nadfioletowe	39
2.3.1. Spektroskopia cząsteczek biologicznych.....	39
2.3.2. Życie i słoneczny nadfiolet.....	40
2.3.3. Filtr ozonowy	41
Ćwiczenia.....	45
Literatura.....	46

3. Klimat globalny	47
3.1. Bilans energetyczny: zerowymiarowy model cieplarniany.....	47
3.2. Elementy pogody i klimatu.....	58
3.3. Zmienność klimatu i jego modelowanie.....	71
Dygresja 3A. Dwa proste przykłady chaosu	79
3A.1. Wahadło podwójne	79
3A.2. Matematyczny model krzywej wzrostu	81
Ćwiczenia	83
Literatura	84
 4. Energia w służbie człowieka.....	 86
4.1. Wymiana ciepła.....	86
4.2. Paliwa kopalne (głównym) źródłem energii	100
4.2.1. Zmienne termodynamiczne	100
4.2.2. Zamiana ciepła na pracę i pracy na ciepło; praca możliwa do uzyskania	104
Dygresja 4A. Sprawność 'rzeczywistego' silnika cieplnego.....	107
Dygresja 4B. Strata egzergii w spalaniu	113
4.2.3. Silniki cieplne: zamiana ciepła na pracę.....	115
4.2.4. Silniki o spalaniu wewnętrznym: zamiana energii chemicznej na pracę	119
4.2.5. Przewody cieplne	122
4.2.6. Elektryczność	122
4.2.7. Magazynowanie i transport energii	126
4.2.8. Zmniejszanie zanieczyszczenia środowiska	132
Dygresja 4C. Oszczędności energii w elektrociepłowniach	136
4.2.9. Chłodnictwo	138
4.2.10. Transport	141
4.3. Cena przetwarzania energii	143
4.4. Odnawialne źródła energii.....	146
Dygresja 4D. Ogniwo Gratzela	161
4.4.2. Energia wiatru	167
4.4.3. Fale.....	173
4.4.4. Energia pochodzenia biologicznego.....	176
4.4.5. Energia wodna i ogniwa paliwowe.....	181
4.5. Energia jądrowa.....	184
4.5.1. Energia uzyskana z rozszczepienia jąder.....	185
4.5.2. Energia uwolniona podczas reakcji syntezy jądrowej	199
4.5.3. Promieniowanie i bezpieczeństwo	205
Dygresja 4E. Promieniowanie elektromagnetyczne i zdrowie	210
4E.1. Promieniowanie o częstotliwości 50 lub 60 Hz	212
4E.2. Pola mikrofalowe o częstotliwości 2,45 GHz (magnetrony)	215
4E.3. Telefony komórkowe	217
4.5.4. Zarządzanie obiegiem paliwowym; odpady.....	218
Ćwiczenia	227
Literatura	235
 5 Transport zanieczyszczeń.....	 237
5.1. Dyfuzja	238
Dygresja 5A. Zachowanie masy	242
5A.1. Prawo Gaussa	242

5A.2. Interpretacja $\text{div } F$	243
5A.3. Transport cząstek zanieczyszczenia w ośrodku	244
5.2. Przepływy w rzekach	251
5.3. Przepływ wód gruntowych	263
5.4. Równania dynamiki płynów	
5.5. Turbulencja	294
Dygresja 5B. Dyfuzja turbulentna	304
5.6. Smuga gaussowska w powietrzu	306
5.7. Strugi turbulentne	316
5.8. Fizyka drobin	327
Ćwiczenia	334
Literatura	338
6. Hałas	340
6.1. Podstawy akustyki	340
6.2. Zdolność percepcyjna człowieka i kryteria hałasu	357
6.3. Ograniczanie przenoszenia dźwięków	368
6.4. Aktywna kontrola dźwięków	381
Ćwiczenia	389
Literatura	390
7. Widma i przykłady spektroskopii środowiska	392
7.1. Przegląd spektroskopii	393
7.1.1. Obsadzenie poziomów energetycznych i natężenie linii	396
7.1.2. Dipolowy moment przejścia: reguły wyboru	397
7.1.3. Szerokość linii	398
7.2. Widma atomowe	401
7.2.1. Atomy jednoelektronowe	401
7.2.2. Atomy wieloelektronowe	402
7.3. Widma cząsteczkowe	403
7.3.1. Przejścia rotacyjne	403
7.3.2. Przejścia oscylacyjne	405
7.3.3. Przejścia elektronowe w cząsteczkach	410
7.4. Rozproszenie	415
7.4.1. Rozproszenie Ramana	416
Dygresja 7A. Rezonansowe rozproszenie Ramana	417
7.4.2. Rozproszenie Rayleigha	419
7.4.3. Rozproszenie Mie	419
7.5. Spektroskopia wewnętrznych elektronów atomów i cząsteczek	419
7.5.1. Emisyjna spektroskopia rentgenowska	419
7.5.2. Rentgenowskie widma absorpcyjne	422
7.5.3. Zjawisko Augera	423
7.5.4. Spektroskopia fotoelektronów	424
7.6. Przykłady analizy środowiska	425
7.6.1. Satelitarne monitorowanie zanieczyszczenia górnej warstwy atmosfery	425
7.6.2. LIDAR: metoda pomiaru zanieczyszczenia atmosfery	431
Dygresja 7B. Lidarowe pomiary ozonu stratosferycznego	435
Dygresja 7C. Pomiary stężenia aerozolu w Karkonoszach	438

7.6.3. Energetycznie selektywna spektroskopia cząsteczek	439
7.6.4. Indukowana cząstkami emisja promieni X (PIXE)	460
Ćwiczenia.....	466
Literatura	468
8. Społeczne znaczenie fizyki środowiska	470
8.1. Ocena ryzyka	472
8.2. Kres tanich rezerw energetycznych	479
8.3. Oszczędzanie zasobów energetycznych i przyrody	487
8.4. Podsumowanie.....	494
Dygresja 8A. Samoorganizujący się stan krytyczny	497
8A.1. Prawo potęgowe	497
8A.2. Sterta piachu	499
Ćwiczenia.....	501
Tematy esejów.....	501
Literatura	503
Dodatek A. Funkcja Gaussa, funkcja delta i funkcja błędu	505
Dodatek B. Przykłady różniczkowania wektorów.....	507
Dodatek C. Stałe fizyczne i czynniki przeliczeniowe.....	509
Skorowidz	511