



SPIS TREŚCI

Przedmowa	9
ROZDZIAŁ 1. WSTĘP	11
ROZDZIAŁ 2. NATURA FALI AKUSTYCZNEJ	15
2.1. Przenoszenie zaburzenia	15
2.2. Energia fali	19
Komentarz do rozdziału 2	23
ROZDZIAŁ 3. WYSOKOŚĆ I BARWA DŹWIĘKU	24
3.1. Okres i częstotliwość	24
3.2. Interwały muzyczne	27
3.3. Sygnał złożony	31
3.4. Akustyczne prawo Ohma	33
3.5. Muzyka	34
3.6. Sygnał aperiodyczny	36
3.7. Niestyszalne fale akustyczne	39
Komentarz do rozdziału 3	41
Ćwiczenia	41
ROZDZIAŁ 4. GŁOŚNOŚĆ DŹWIĘKU	42
4.1. Średnie natężenie	42
4.2. Średni kwadrat ciśnienia	45
4.3. Poziom natężenia	48
4.4. Poziom ciśnienia akustycznego	50
4.5. Pasma częstotliwości i gęstość widmowa	56
Komentarz do rozdziału 4	64
Ćwiczenia	65
ROZDZIAŁ 5. FALA PŁASKA	67
5.1. Opis analityczny	67
5.2. Długość i okres fali	72
5.3. Dynamika cząstki akustycznej - mała amplituda	74
5.4. Kinematyka cząstki akustycznej	78
5.5. Energia fali	80

5.6. Prędkość propagacji fali	87
5.7. Dynamika cząstki akustycznej – duża amplituda	91
Komentarz do rozdziału 5	95
Ćwiczenia	96
ROZDZIAŁ 6. FALA KULISTA	98
6.1. Opis przybliżony	98
6.2. Opis dokładny	100
6.3. Pole bliskie i dalekie	107
6.4. Źródło bezkierunkowe	108
6.5. Źródło kierunkowe	112
6.6. Generacja fali	114
Komentarz do rozdziału 6	115
Ćwiczenia	116
ROZDZIAŁ 7. SUPERPOZYCJA FAL	118
7.1. Zasada superpozycji	118
7.2. Fale koherentne – stała różnica faz (interferencja)	121
7.3. Fale koherentne – zmienna różnica faz (dudnienia)	128
7.4. Fale niekoherentne	133
Komentarz do rozdziału 7	134
Ćwiczenia	135
ROZDZIAŁ 8. ŹRÓDŁA DYSKRETNE	136
8.1. Dwa źródła	136
8.2. Dwa źródła niekoherentne	140
8.3. Dwa źródła koherentne	145
8.4. Kilka źródeł koherentnych	156
8.5. Kilka źródeł niekoherentnych	161
8.6. Efekt grzebieniowy	163
Komentarz do rozdziału 8	165
Ćwiczenia	165
ROZDZIAŁ 9. ŹRÓDŁA ROZCIĄGŁE	168
9.1. Źródło liniowe niekoherentne	168
9.2. Źródło powierzchniowe niekoherentne	179
9.3. Źródło liniowe koherentne	181
9.4. Źródło powierzchniowe koherentne	188
Komentarz do rozdziału 9	197
Ćwiczenia	198
ROZDZIAŁ 10. DYFRAKCJA	200
10.1. Zasada Huygensa	200
10.2. Dyfrakcja na otworze	205
10.3. Dyfrakcja na sferze – lokalizacja źródła	208
10.4. Dyfrakcja na płaszczyźnie – redukcja hałasu	214
10.5. Rozpraszanie na małych przeszkodach – prawo Rayleigha	220
Komentarz do rozdziału 10	226
Ćwiczenia	227

ROZDZIAŁ 11. PODŁUŻNA FALA STOJĄCA	228
11.1. Strzałki i węzły	228
11.2. Dźwiękówód dwustronnie zamknięty	230
11.3. Dźwiękówód jednostronnie otwarty	242
11.4. Instrumenty dęte	247
11.5. Dźwiękówód dwustronnie otwarty	249
11.6. Dźwięki mowy	251
11.7. Rura Rijkego	252
Komentarz do rozdziału 11	254
Ćwiczenia	254
ROZDZIAŁ 12. POPRZECZNA FALA STOJĄCA	256
12.1. Fala poprzeczna	256
12.2. Fala na strunie	257
12.3. Instrumenty strunowe	262
12.4. Instrumenty perkusyjne	269
12.5. Fala materii	272
Komentarz do rozdziału 12	274
Ćwiczenia	275
ROZDZIAŁ 13. UKŁADY AKUSTYCZNE	277
13.1. Dźwiękówód dwustronnie otwarty	277
13.2. Dźwiękówód dwustronnie zamknięty	281
13.3. Dźwiękówód jednostronnie otwarty	287
13.4. Tłumik akustyczny	292
13.5. Dźwiękówód idealny – tuba	296
Komentarz do rozdziału 13	299
Ćwiczenia	299
ROZDZIAŁ 14. REZONATOR HELMHOLTZA	301
14.1. Drgania nietłumione	301
14.2. Równanie ruchu	303
14.3. Stan ustalony	309
14.4. Stany przejściowe – transjenty	317
14.5. Bass-reflex	322
Komentarz do rozdziału 14	326
Ćwiczenia	326
ROZDZIAŁ 15. ODBICIE I TRANSMISJA	328
15.1. Fala płaska	328
15.2. Układ warstwowy	339
15.3. Tor akustyczny	340
15.4. Fala kulista	347
Komentarz do rozdziału 15	356
Ćwiczenia	356
ROZDZIAŁ 16. FALA W POMIESZCZENIU	358
16.1. Fale koherentne w korytarzu	358

16.2. Korytarz – przybliżenie dyfuzyjne	366
16.3. Pomieszczenie – przybliżenie dyfuzyjne	369
16.4. Czas pogłosu	373
16.5. Odstępstwa od dyfuzyjności	376
Komentarz do rozdziału 16	378
Ćwiczenia	379
ROZDZIAŁ 17. ROZPRASZANIE I REFRAKCJA	380
17.1. Załamanie	380
17.2. Rozpraszanie	384
17.3. Refrakcja w atmosferze	387
17.4. Strefa ciszy	391
17.5. Ekran akustyczny	393
17.6. Dźwiękówód w atmosferze	395
Komentarz do rozdziału 17	398
Ćwiczenia	398
ROZDZIAŁ 18. RUCH ŹRÓDŁA	400
18.1. Efekt Dopplera	400
18.2. Efekt unoszenia	407
18.3. Dźwiękowa fala uderzeniowa	411
Komentarz do rozdziału 18	416
Ćwiczenia	416
ROZDZIAŁ 19. MOLEKULARNY OPIS FALI	418
19.1. Propagacja	418
19.2. Generacja	420
19.3. Pochłanianie klasyczne	422
19.4. Pochłanianie molekularne	428
19.5. Wypadkowe pochłanianie w powietrzu	433
Komentarz do rozdziału 19	435
Ćwiczenia	435
ROZDZIAŁ 20. ZAKOŃCZENIE	436
Literatura	441
Indeks rzeczowy	444
Indeks nazwisk	450