

Spis treści

1	Wstęp	15
2	Ruch i jego opis	17
2.1	Kinematyka punktu materialnego	17
2.2	Kinematyka bryły sztywnej	20
3	Przyczyny ruchu	23
3.1	Dynamika ruchu postępowego	23
3.1.1	Pierwsza zasada dynamiki Newtona	23
3.1.2	Druga zasada dynamiki Newtona	23
3.1.3	Trzecia zasada dynamiki Newtona	25
3.2	Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia	25
3.2.1	Inercjalne układy odniesienia. Zasada względności Galileusza	25
3.2.2	Nieinercjalne układy odniesienia. Siły bezwładności.	26
3.2.3	Obracający się układ odniesienia	27
3.3	Dynamika ruchu obrotowego	30
3.3.1	Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego	30
3.3.2	Moment bezwładności	31
3.4	Precesja, żyroskopy	34
3.4.1	Precesja	34
3.4.2	Żyroskopy	35
3.5	Praca i moc	36
4	Siły tarcia	39
4.1	Tarcie suche	39
4.2	Tarcie lepkie	40
5	Potencjalne pola sił	41
5.1	Pole	41
5.2	Potencjalne pole sił. Siły zachowawcze	42
5.3	Energia kinetyczna i potencjalna	44
5.4	Pole grawitacyjne i elektrostatyczne	46
5.5	Natężenie i potencjał pola	48
5.6	Prawo Gaussa	50

6	Mechanika płynów	55
6.1	Prawo ciągłości strugi	55
6.2	Równanie Bernoulliego	56
6.3	Przepływ laminarny i turbulentny	58
7	Elementy szczególnej teorii względności	61
7.1	Transformacja Lorentza	61
7.2	Wnioski z transformacji Lorentza	65
	7.2.1 Składanie prędkości	65
	7.2.2 Długość ciał w różnych układach odniesienia	66
	7.2.3 Czas trwania zdarzeń w różnych układach	67
7.3	Pęd i energia w mechanice relatywistycznej	68
7.4	Interwał	72
8	Elementy fizyki cząsteczkowej i termodynamiki	75
8.1	Ruchy cieplne molekuł	75
8.2	Ciśnienie gazu na ściankę	77
8.3	Równanie stanu gazu doskonałego	80
8.4	Gaz van der Waalsa	81
8.5	Zasada ekwipartycji energii	82
8.6	Rozkład prędkości Maxwella	83
8.7	Wzór barometryczny i rozkład Boltzmann	88
8.8	Rozkład Maxwella-Boltzmann	90
8.9	Zasady termodynamiki	90
	8.9.1 Pierwsza zasada termodynamiki	91
	8.9.2 Druga zasada termodynamiki	91
8.10	Entropia	92
8.11	Cykl Carnota	93
8.12	Potencjały termodynamiczne	95
	8.12.1 Energia wewnętrzna	95
	8.12.2 Energia swobodna	95
	8.12.3 Entalpia	96
	8.12.4 Termodynamiczny potencjał Gibbsa	96
9	Kinetyka fizyczna	97
9.1	Przewodnictwo cieplne, dyfuzja, lepkość	97
9.2	Średnia droga swobodna a współczynniki w równaniach transportu	98
9.3	Prąd elektryczny	101
	9.3.1 Prawa Kirchhoffa	102
	9.3.2 Praca i moc prądu elektrycznego	104
10	Drgania	105
10.1	Drgania harmoniczne	105
10.2	Energia w ruchu drgającym	106
10.3	Wahadło matematyczne	107
10.4	Drgania tłumione	108
10.5	Drgania wymuszone. Rezonans	111
10.6	Drgania w obwodzie RLC	113

11 Fale sprężyste	115
11.1 Charakterystyka ogólna fal	115
11.2 Równanie fali sprężystej. Fala płaska	116
11.3 Równanie falowe	118
11.4 Prędkość fal sprężystych a właściwości ośrodka	119
11.5 Energia fali sprężystej	121
11.6 Równanie fali kulistej	124
11.7 Fale akustyczne	125
11.8 Zjawisko Dopplera dla fal akustycznych	126
12 Pole elektryczne w materii	129
12.1 Dipol elektryczny	129
12.2 Polaryzacja dielektryka	130
12.2.1 Polaryzacja elektronowa	131
12.2.2 Polaryzacja orientacji	132
12.2.3 Polaryzacja jonowa	134
12.3 Ferroelektryki	134
12.4 Ładunki związane	135
12.5 Pole elektryczne w dielektryku	137
12.6 Wektor indukcji elektrycznej	138
12.7 Energia pola elektrycznego	139
12.8 Piezoelektryki	139
12.9 Pole elektryczne w przewodnikach. Pojemność elektryczna	140
12.10 Kondensatory	142
13 Pole magnetyczne	147
13.1 Prawo Biota-Savarta	147
13.2 Prawo Ampere’a	149
13.3 Siła Lorentza	150
13.4 Siła działająca na przewodnik z prądem w polu magnetycznym	150
13.5 Ramka z prądem w polu magnetycznym	151
13.6 Magnesowanie	152
13.6.1 Diamagnetyki	152
13.6.2 Paramagnetyki	155
13.6.3 Ferromagnetyki	155
13.7 Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	157
13.7.1 Prądy wirowe	157
13.8 Samoindukcja i indukcja wzajemna. Indukcyjność	158
13.9 Energia pola magnetycznego	161
14 Równania Maxwella	163
14.1 Prawo Gaussa dla pola elektrycznego i magnetycznego	163
14.2 Uogólnienie zasady indukcji elektromagnetycznej	163
14.3 Uogólnienie prawa Ampere’a	164
14.4 Pełny układ równań Maxwella	166

15 Fale elektromagnetyczne	167
15.1 Równania falowe dla fal elektromagnetycznych	167
15.2 Płaska fala elektromagnetyczna	168
15.3 Energia fal elektromagnetycznych	171
15.4 Oddziaływanie fal elektromagnetycznych z materią. Dyspersja	172
15.5 Modulacja fal. Prędkość grupowa	174
15.6 Promieniowanie ładunku punktowego	176
15.7 Zjawisko Dopplera dla fal elektromagnetycznych	177
16 Elementy optyki	181
16.1 Światło	181
16.2 Fala świetlna na granicy dwóch ośrodków	182
16.3 Optyka geometryczna	186
16.4 Optyka falowa	187
16.4.1 Interferencja fal	187
16.4.2 Fale stojące	188
16.4.3 Dyfrakcja światła	190
16.4.4 Polaryzacja światła	193
17 Promieniowanie ciepłe. Kwantowa natura światła	195
17.1 Prawo Kirchhoffa	196
17.2 Prawo Stefana-Boltzmana	197
17.3 Prawo Wiena	197
17.4 Równowagowa gęstość energii a zdolność emisyjna	198
17.5 Fale stojące w przestrzeni trójwymiarowej	200
17.6 Wzór Rayleigha-Jeansa	201
17.7 Wzór Plancka	202
17.8 Korpuskularna natura światła	204
17.8.1 Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne	205
17.8.2 Zjawisko Comptona	205
18 Elementy mechaniki kwantowej	209
18.1 Hipoteza de Broglie'a	209
18.2 Zasada nieoznaczoności Heisenberga	209
18.3 Równanie Schrödingera	211
18.4 Sens fizyczny funkcji falowej	212
18.5 Cząstka w studni potencjału. Kwantowanie energii	213
18.6 Kwantowanie momentu pędu	215
18.7 Kwantowy oscylator harmoniczny	217
18.8 Zjawisko tunelowe	218
19 Budowa atomu a właściwości materii	221
19.1 Pierwsze modele atomu	221
19.1.1 Model Thomsona	221
19.1.2 Model Rutherforda	222
19.2 Postulaty Bohra	222
19.2.1 Opis atomu wodoru w teorii Bohra	224
19.3 Opis atomu wodoru w mechanice kwantowej	224
19.4 Atomy metali alkalicznych, spin elektronu	226
19.4.1 Spin elektronu	226

19.5	Moment mechaniczny i magnetyczny atomu	228
19.6	Zjawisko Zeemana	229
19.7	Zakaz Pauliego	229
20	Lasery	231
20.1	Emisja wymuszona	231
20.2	Zasada działania lasera	232
21	Budowa ciał stałych	235
21.1	Ciała krystaliczne i bezpostaciowe	235
21.2	Siły międzyatomowe	236
21.3	Wiązania w ciałach stałych	237
21.3.1	Wiązania jonowe	238
21.3.2	Wiązania walencyjne	238
21.3.3	Wiązania metaliczne	238
21.3.4	Wiązania wodorowe i molekularne	239
21.4	Drgania sieci krystalicznej	239
21.4.1	Przybliżenie harmoniczne	240
21.4.2	Fonony	240
21.4.3	Anharmonizm drgań sieci. Rozszerzalność cieplna ciał stałych	241
22	Właściwości elektryczne ciał stałych	243
22.1	Pasma energetyczne w kryształach	243
22.2	Struktura pasmowa a właściwości elektryczne ciał stałych	245
22.2.1	Metale	245
22.2.2	Półprzewodniki	246
22.2.3	Dielektryki	246
22.3	Dynamika elektronów w sieci krystalicznej	246
22.4	Metale	248
22.4.1	Gaz elektronowy. Funkcja gęstości stanów	248
22.4.2	Obsadzenie poziomów energetycznych w pasmach. Rozkład Fermiego-Diraca	250
22.4.3	Przewodnictwo elektryczne metali	253
22.4.4	Przewodnictwo cieplne metali, prawo Wiedemanna-Franza	255
22.4.5	Nadprzewodnictwo	257
22.5	Półprzewodniki	258
22.5.1	Charakterystyka ogólna	258
22.5.2	Dziury	259
22.5.3	Samoistne przewodnictwo elektryczne	259
22.5.4	Domieszkowe przewodnictwo elektryczne	262
22.5.5	Procesy generacji i rekombinacji	267
23	Zjawiska kontaktowe	269
23.1	Praca wyjścia	269
23.2	Kontaktowa różnica potencjałów	270
23.3	Zjawiska termoelektryczne	271
23.3.1	Zjawisko Seebecka	271
23.3.2	Zjawisko Peltiera	272
23.3.3	Zjawisko Thomsona	273

23.4	Złącze p-n	273
23.5	Wybrane przyrządy elektroniczne	275
23.5.1	Dioda	275
23.5.2	Tranzystor bipolarny	276
23.5.3	Tranzystor unipolarny	279
23.5.4	Fotoogniwo	280
23.6	Złącze metal-półprzewodnik	281
24	Elementy fizyki jądrowej	285
24.1	Jądro atomu	285
24.2	Energia wiązania jądra	286
24.3	Modele jądra atomowego	287
24.3.1	Model kroplowy	287
24.3.2	Model powłokowy	287
24.4	Sily jądrowe	287
24.5	Promieniotwórczość	288
24.5.1	Prawo przemian promieniotwórczych	288
24.5.2	Rozpad α	289
24.5.3	Rozpad β	290
24.5.4	Inne procesy promieniotwórcze	290
24.5.5	Aktywność substancji promieniotwórczej	290
24.6	Reakcje jądrowe i rozszczepienie jąder	291
25	Elementy modelu standardowego	293
25.1	Cząstki elementarne, rodzaje oddziaływań	293
25.2	Kwarki	296
25.3	Model Standardowy	297
25.3.1	Oddziaływanie silne	297
25.3.2	Oddziaływanie elektromagnetyczne	297
25.3.3	Oddziaływanie słabe	298
25.3.4	Oddziaływanie grawitacyjne	298
25.3.5	Cząstki podstawowe	298
26	Trochę matematyki	301
26.1	Wektory	301
26.2	Pochodna	303
26.3	Całka	304
26.4	Rozwinięcie funkcji w szereg	306
27	Dodatki	309
27.1	Niektóre stałe fizyczne	309
27.2	Przedrostki wielokrotne i podwielokrotne	310
27.3	Jednostki układu SI	310
27.4	Wybrane jednostki pochodne układu SI	310
27.5	Niektóre używane jednostki spoza układu SI	311
27.6	Alfabet grecki	311
27.7	Średnia i niepewność standardowa średniej	311
27.8	Regresja prostoliniowa	311