

Spis treści

Przedmowa do nowego wydania polskiego	9
Przedmowa do trzeciego wydania	13
Wprowadzenie	17
Rozdział 1. Termodynamika powietrza suchego	19
Skład atmosfery	19
Równanie stanu powietrza suchego	19
Pierwsza zasada termodynamiki	21
Szczególne przypadki przemian termodynamicznych	24
Entropia	26
Diagramy termodynamiczne (aerologiczne)	26
Zadania	30
Rozdział 2. Para wodna i jej wpływ na procesy termodynamiczne	33
Równanie stanu pary wodnej	33
Równanie Clausiusa-Clapeyrona	33
Powietrze wilgotne, para wodna w powietrzu	38
Termodynamika nienasyconego powietrza wilgotnego	39
Sposoby osiągnięcia stanu nasycenia	40
Proces pseudoadiabatyyczny	43
Wodność adiabatyyczna (w fazie ciekłej)	45
Odwracalna przemiana adiabatyyczna w stanie nasycenia	45
Zadania	48
Rozdział 3. Wyporność cząstki próbnej i równowaga atmosfery	49
Równowaga hydrostatyczna (aerostatyczna)	49
Suchoadiabatyyczny gradient temperatury	49
Siła wyporu działająca na cząstkę powietrza	51
Kryteria równowagi dla powietrza suchego	51
Pseudoadiabatyyczny gradient temperatury	53
Kryteria równowagi dla powietrza wilgotnego	53
Chwiejność konwekcyjna (potencjalna)	54
Siła przeciwdziałająca przemieszczeniu poziomemu	56
Wiatr geostroficzny i uskok wiatru geostroficznego	56
Przemieszczenie ukośne	59
Chwiejność symetryczna	61
Chwiejność baroklinowa	63
Geopotencjał	63
Zadania	64

Rozdział 4. Mieszanie i konwekcja	67
Mieszanie mas powietrza	67
Konwekcyjny poziom skroplenia (CCL)	70
Konwekcja: elementarna teoria cząstki	72
Uściślenie teorii elementarnej	73
Zadania	80
Rozdział 5. Obserwowane właściwości chmur	85
Rozmiary chmur i układów chmurowych	85
Mikrostruktura chmur kłębiastych (konwekcyjnych)	89
Rozkłady wielkości kropel chmurowych	97
Mikrostruktura chmur warstwowych	99
Możliwość wystąpienia lodu i opadu w chmurach	101
Mikrostruktura dużych chmur burzowych nad lądem	103
Zadania	106
Rozdział 6. Powstawanie kropelek chmurowych	107
Ogólne aspekty powstawania chmur i opadu	107
Nukleacja wody ciekłej w parze wodnej	110
Jądra skroplenia w atmosferze	116
Zadania	124
Rozdział 7. Wzrost kropelek przez kondensację	127
Dyfuzyjny wzrost pojedynczej kropelki	127
Dyfuzyjny wzrost populacji kropelek	133
Wybrane poprawki do teorii wzrostu dyfuzyjnego	140
Zadania	148
Rozdział 8. Powstawanie deszczu w chmurach niezamarzających	149
Warunki sprzyjające koalescencji	150
Wzrost kropel w wyniku zderzeń i koalescencji	152
Model Bowena	160
Opis statystyczny wzrostu: model Telforda	162
Opis statystyczny wzrostu: równanie Smoluchowskiego	166
Kondensacja oraz koalescencja stochastyczna	171
Wpływ turbulencji na zderzenia i koalescencję	175
Uwagi końcowe	177
Zadania	178
Rozdział 9. Powstawanie i wzrost kryształków lodu	181
Nukleacja fazy stałej	181
Badania doświadczalne nukleacji heterogenicznej lodu	184
Jądra zamarzania w atmosferze	186
Lód w chmurach	188
Dyfuzyjny wzrost kryształów lodu	190
Dalszy wzrost przez akrecję	194
Proces tworzenia kryształków lodu a koalescencja	199
Zadania	201

Rozdział 10. Deszcz i śnieg	203
Rozkład wielkości kropli	203
Rozpad kropel	204
Widmo wielkości płatków śniegu	212
Powstawanie i rozpad płatków śniegu	215
Natężenie opadu	216
Zadania	217
Rozdział 11. Radar meteorologiczny	219
Zasady działania radaru	219
Podstawowe równanie radiolokacji	222
Równanie radaru meteorologicznego	223
Zależność odbiciowości od intensywności opadu	226
Wskaźniki radarowe, techniki dopplerowskie i polaryzacyjne	227
Zadania	229
Rozdział 12. Opady	233
Opady ciągłe z chmur warstwowych	234
Opady przelotne	240
Teorie opadów	243
Mezoskalowa struktura deszczu	247
Efektywność powstawania opadów	254
Kwaśne opady atmosferyczne	256
Zadania	258
Rozdział 13. Intensywne opady przelotne i grad	261
Cykl życia komórki burzowej	261
Burze o znacznej intensywności	263
Powstawanie opadów w burzach	270
Powstawanie gradu	272
Zadania	275
Rozdział 14. Oddziaływanie na pogodę	279
Wywoływanie opadów deszczu i śniegu	280
Rozpraszanie chmur	282
Zapobieganie powstawaniu gradu	283
Zadania	283
Rozdział 15. Numeryczne modele chmur	287
Równania opisujące zjawiska w atmosferze	288
Modele jednowymiarowe	290
Dwuwymiarowe modele chmur	294
Modele trójwymiarowe	300
Ocena modelu	305
Bibliografia	311
Dodatek: Atmosfera standardowa ICAO 1964	323
Rozwiązania wybranych zadań	325
Skorowidz	333