

Obsah

Předmluva	5
1 Matematika a geometrie pro fyziku atmosféry	6
1.1 Základy vektorového počtu	6
1.2 Derivace a totální diferenciál	8
1.2.1 Úplná a parciální derivace	8
1.2.2 Totální diferenciál	9
1.3 Diferenciální operátory	10
1.4 Matematické věty vztahující se k vektorovému počtu	12
1.5 Souřadnicové soustavy	12
1.5.1 Standardní a přirozený souřadnicový systém	12
1.5.2 Soustavy se zobecněnou vertikální souřadnicí	14
1.5.3 Křivočaré souřadnice	16
1.6 Další užitečné vzorce	19
1.7 Příklady	19
2 Základy termodynamiky pro meteorologii	20
2.1 Dokonalý plyn, stavová rovnice	20
2.2 Termodynamická práce	22
2.3 Měrné teplo	22
2.4 První hlavní věta termodynamická	23
2.5 Adiabatický děj	24
2.6 Potenciální teplota	24
2.7 Druhá hlavní věta termodynamická	25
2.8 Vnitřní energie dokonalého plynu při termodynamických dějích	26
2.9 Entalpie	26
2.10 Volná energie	27
2.11 Termodynamický potenciál	28
2.12 Příklady	28
3 Termodynamika vlhkého vzduchu	31
3.1 Latentní teplo	31
3.2 Rovnováha dvou fází	33
3.3 Charakteristiky vlhkého vzduchu	36
3.4 Stavová rovnice vlhkého vzduchu, virtuální teplota	38
3.5 Adiabatický a pseudoadiabatický děj v nasyceném vzduchu	39
3.6 Termodynamické diagramy	40
3.7 Ekvivalentní a vlhké teploty	40
3.7.1 Adiabatická ekvivalentní teplota	41

3.7.2	Adiabatická vlhká teplota	42
3.7.3	Izobarická ekvivalentní teplota	43
3.7.4	Izobarická vlhká teplota	43
3.8	Příklady	44
4	Statika atmosféry	46
4.1	Gravitace, gravitační zákon	46
4.2	Zemská tíže, tíhové zrychlení	47
4.3	Geopotenciál	48
4.4	Dynamický (geodynamický) a geopotenciální metr	49
4.5	Tlak, síla tlakového gradientu	50
4.6	Změny atmosférického tlaku s výškou	52
4.7	Horizontální rozložení atmosférického tlaku na Zemi	54
4.8	Vertikální gradienty teploty	55
4.9	Statické modely atmosféry	58
4.9.1	Polytropní atmosféra	58
4.9.2	Adiabatická atmosféra	59
4.9.3	Homogenní atmosféra	59
4.9.4	Izotermní (izotermická) atmosféra	60
4.9.5	Standardní atmosféra	61
4.10	Barotropní a baroklinní modely atmosféry	62
4.10.1	Barotropní model atmosféry	62
4.10.2	Baroklinní model atmosféry	62
4.11	Stabilita v atmosféře	63
4.12	Změny stability při vertikálních pohybech vzduchových vrstev	66
4.13	Teplotní inverze	68
4.13.1	Radiační inverze	68
4.13.2	Advekční inverze	68
4.13.3	Frontální inverze	69
4.13.4	Subsidenční inverze	69
4.13.5	Turbulentní inverze	69
4.13.6	Pasátová inverze	69
4.14	Analýza stabilitních podmínek na termodynamických diagramech	70
4.15	Příklady	74
5	Dynamika atmosféry	76
5.1	Kinematika a dynamika proudění, pohybové rovnice	76
5.2	Proudnice a trajektorie	77
5.3	Vlastnosti horizontálního pole větru	78
5.3.1	Posun (translace)	79
5.3.2	Divergence	79
5.3.3	Vorticity	80
5.3.4	Deformace	81
5.4	Pohybová rovnice v absolutní souřadnicové soustavě	83
5.5	Tření v atmosféře	83
5.5.1	Laminární proudění	84
5.5.2	Turbulentní proudění	85
5.6	Pohybová rovnice v relativní souřadnicové soustavě	85
5.7	Vyjádření pohybové rovnice ve standardním souřadnicovém systému	87
5.8	Pohybové rovnice ve standardním systému se zobecněnou vertikální souřadnicí	89

5.8.1	Pohybová rovnice v p -systému	89
5.8.2	Pohybová rovnice v θ -systému a v σ -systému	90
5.9	Geostrofické proudění	91
5.10	Gradientové proudění	92
5.11	Další typy proudění	96
5.11.1	Cyklostrofické proudění	96
5.11.2	Inerční proudění	96
5.12	Ageostrofické složky proudění	97
5.12.1	Izalobarická (allobarická složka)	98
5.12.2	Kinetická a cyklostrofická složka proudění	99
5.12.3	Konvekční složka proudění	99
5.12.4	Zbylé členy	100
5.13	Změny větru s výškou	101
5.13.1	Vertikální střih rychlosti větru	101
5.13.2	Termální vítr	103
5.14	Divergence rychlosti proudění	105
5.14.1	Horizontální divergence rychlosti proudění	107
5.14.2	Divergence geostrofického proudění	108
5.15	Rovnice kontinuity	109
5.15.1	Rovnice kontinuity v p -systému	111
5.15.2	Dinesův dvouhladinový model troposféry	112
5.16	Vorticity	113
5.16.1	Absolutní a relativní vorticity	114
5.16.2	Geostrofická vorticity	116
5.16.3	Cirkulační teorémy	117
5.16.4	Potenciální vorticity	120
5.17	Základy teorie tlakových změn v atmosféře	123
5.17.1	Rovnice tlakové tendence	123
5.17.2	Rovnice změny výšky izobarické plochy (rovnice tendence absolutní topografie)	124
5.17.3	Rovnice tendence relativní topografie	125
5.17.4	Rovnice vorticity	127
5.17.5	Sutcliffova vývojová teorie	130
5.17.6	Rovnice divergence	132
5.17.7	Vertikální rychlosti v tlakových útvarech	132
5.17.8	Rovnice vertikálních rychlostí v p -systému (omega rovnice)	135
5.18	Fronty a frontogeneze	137
5.18.1	Q -vektor	138
5.19	Kvazigeostrofická teorie	142
5.19.1	Rovnice kvazigeostrofické vertikální rychlosti	143
5.19.2	Tendence výšky izobarické hladiny pro kvazigeostrofickou aproximaci	145
5.20	Příklady	145
6	Energetika atmosféry	149
6.1	Typy energií v atmosféře	149
6.2	Rovnice energetické bilance	151
6.3	Vztah mezi potenciální a vnitřní energií atmosférického systému	152
6.4	Střední energetická hladina a vrstva atmosféry	153
6.5	Bilanční rovnice pro jednotlivé typy energií	155

Řešení příkladů	157
Konstanty	163
Závislost tlaku nasycení vodní páry na teplotě	164
Přehled použité literatury	165