

# สารบัญ

หน้า

<b>บทที่ 1</b>	<b>บรรยากาศ (Atmosphere)</b>	
	1.1 ความน่าเกี่ยวกับบรรยากาศ	2
	1.2 อะตอมและโมเลกุล	2
	1.3 ส่วนประกอบของบรรยากาศ	6
	1.4 ช่องแข็ง ช่องเหลว และแก๊ส	6
	1.5 ปรากฏการณ์ที่มองเห็นในบรรยากาศ	9
	1.5.1 การสะท้อน	10
	1.5.2 การหักเห	10
	1.5.3 การกระจาย	12
	1.5.4 สายรุ้ง	13
	1.5.5 วงแหวน	17
	1.5.6 โคโรนา	20
	1.5.7 มิราจ	23
<b>บทที่ 2</b>	<b>แสง อะตอม โมเลกุล : บรรยากาศชั้นบน</b> <b>(Light Atom Molecule : Upper Atmosphere)</b>	
	2.1 กฎของไฮน์สไตน์และฟิลิปส์แพนใหม่	28
	2.2 แสง อะตอม และโมเลกุล	30
	2.3 ออกซิเจน และโอโซน	33
	2.3.1 แก๊สคลอโรฟลูออโรคาร์บอนและการ ทำลายโอโซนในบรรยากาศ	37
	2.4 โครงสร้างของชั้นบรรยากาศในแนวตั้ง	38
	2.5 ชั้นไอโอโนสเฟียร์ และคลื่นวิทยุ	42
	2.6 แสงออโรรา	44
	2.7 การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์	47
	2.7.1 คุณสมบัติของพลังงานแสงที่แผ่ออก	47
	2.7.2 การส่งผ่าน การดูดกลืน และการสะท้อน	50
	2.7.3 การกระเจิง	50

<b>บทที่ 3</b>	<b>การเคลื่อนที่ของโลก</b>	
3.1	ฤดูกาล	56
3.2	วันชาติเรียด และวันสุริยคติ	59
3.3	การเอียงของแกนโลก	61
3.4	การหมุนของโลกรอบดวงอาทิตย์	63
3.5	มุมของดวงอาทิตย์ที่ทำกับขอบฟ้าในเวลาเที่ยงที่ ตำแหน่งวินเตอร์ซอลส์ทิส	65
3.6	ค่าคงที่สุริยะ	68
3.7	กฎทั่วไปสำหรับความเข้มของการแผ่รังสี	69
3.8	กฎของไซน์สำหรับความเข้มของแสงอาทิตย์	71
3.9	กฎกำลังสองผกผัน	73
<b>บทที่ 4</b>	<b>อุณหภูมิและความร้อน</b>	
4.1	เทอร์โมมิเตอร์	76
4.1.1	การติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์	80
4.2	ชนิดของการถ่ายโอนความร้อน	81
4.2.1	การนำความร้อน	81
4.2.2	การพาความร้อน	82
4.2.3	การแผ่รังสี	83
4.2.4	ความร้อนจำเพาะ	83
4.3	กฎของการแผ่รังสี	83
4.3.1	กฎของพลังค์	83
4.3.2	กฎการกระจายตัวของวิน	86
4.3.3	กฎของชเตฟาน-โบลต์ซมันน์	88
4.3.4	กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์	89
4.4	ทราณสมิสมชีวิติ และเอ็กสทิงชัน	90
4.5	ปฏิกิริยาเรือนกระจก	90
4.6	ความแตกต่างในอุณหภูมิระหว่างพื้นดินและมหาสมุทร	94
4.7	ความสัมพันธ์ของความร้อนระหว่างโลกและบรรยากาศ	95

<b>บทที่ 5</b>	<b>ความกดอากาศ</b>	
5.1	เครื่องมือวัดความกดอากาศ	100
5.1.1	การหาสูตรความกดอากาศ	101
5.1.2	การคำนวณหาความกดหนึ่งบรรยากาศมาตรฐาน	102
5.2	ความสมดุลของความกด	103
5.3	การเปลี่ยนแปลงความกดตามความสูง	104
5.4	การเปลี่ยนแปลงความกดในแนวนอน	105
5.5	ชนิดของระบบความกดอากาศ	107
5.6	อุณหพลศาสตร์ และสถิตยศาสตร์ (Thermodynamics and Statics)	109
5.6.1	กฎของแก๊ส	109
5.6.2	สมการของสถานะที่ใช้ในบรรยากาศ	111
5.7	กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์	113
5.7.1	แนวคิดเกี่ยวกับพลังงานภายใน	113
5.7.2	ข้อความของกฎข้อที่หนึ่ง	113
5.7.3	งานที่กระทำโดยแรงภายนอก	113
5.7.4	การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน	114
5.7.5	การประยุกต์ใช้สำหรับบรรยากาศ	116
5.8	สมการอุทกสถิตย (Hydrostatic Equation)	117
5.8.1	กระบวนการเอเดียมแบติก	118
5.9	ธรรมชาติของความเร่งในแนวตั้ง (Nature of Vertical Acceleration)	120
<b>บทที่ 6</b>	<b>ไอน้ำและวัฏจักรของน้ำ</b>	
6.1	ความดันไอ และความดันไออิ่มตัว	122
6.1.1	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง	124
6.2	การแสดงค่าความชื้น	124
6.3	การระเหยและการควบแน่น	140
6.4	วัฏจักรของน้ำ	143

	หน้า
<b>บทที่ 7</b>	
<b>ความมีเสถียรภาพของบรรยากาศ</b> <b>(Atmospheric Stability)</b>	
7.1 ความมีเสถียรภาพของอากาศ	150
7.1.1 การพิจารณาลักษณะของความมีเสถียรภาพ	150
7.2 อุณหภูมิศักย์ (Potential Temperature)	154
7.3 อุณหภูมิศักย์สมมูล (Equivalent Potential Temperature)	155
7.4 การคำนวณหาความสูงของฐานเมฆ	156
7.4.1 การลอยตัวของอากาศเมื่อพัดผ่านภูเขา	158
7.5 เอเดย์แบดดิค ไดอะแกรม	159
7.6 การหยั่งอากาศและความมีเสถียรภาพ	168
7.6.1 ตัวอย่างการหยั่งอากาศจริง	172
<b>บทที่ 8</b>	
<b>น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง เมฆ และหมอก</b>	
8.1 กระบวนการที่ทำให้เกิดการอิมิตัวที่พื้นดิน	176
8.1.1 น้ำค้างและน้ำค้างแข็ง	176
8.2 การเกิดเมฆ	179
8.2.1 การจำแนกชนิดของเมฆ	179
8.2.1.1 เมฆสูง	179
8.2.1.2 เมฆสูงปานกลาง	185
8.2.1.3 เมฆต่ำ	186
8.2.1.4 เมฆต่ำที่ก่อตัวในแนวตั้ง	186
8.3 สะมอก มิสท์ ฝ้าหัลว และหมอก	187
8.3.1 สะมอก (Smog)	187
8.3.2 ฝ้าหัลว (Haze)	187
8.3.3 หมอก (Fog)	188
8.3.3.1 หมอกที่เกิดจากการแผ่รังสี (Radiation Fog)	188
8.3.3.2 หมอกแอดเวกชัน (Advection Fog)	189
8.3.3.3 หมอกแนวปะทะอากาศ (Frontal Fog)	190
8.3.3.4 หมอกไอน้ำ (Steam Fog)	191
8.3.3.5 หมอกภูเขา (Upslope Fog)	194

	หน้า
<b>บทที่ 9</b>	
หยาดน้ำฟ้า (Precipitation)	
9.1 การกำเนิดหยดน้ำ (Nucleation or Birth)	197
9.2 การเจริญเติบโตของหยดน้ำโดยการควบแน่น (การแพร่) (Growth by Condensation or Diffusion)	200
9.3 การใช้กราฟสรุปแสดงการก่อตัวและการเจริญเติบโตของ หยดน้ำในก้อนเมฆ	203
9.4 การชนกัน (Coalescence) จนกลายเป็นหยดน้ำฝน (Maturity)	206
9.5 การทำฝนเทียม (Cloud Seeding)	210
9.6 ลูกเห็บ	211
9.7 สleet และหยดน้ำฝนที่เยือกแข็ง (Sleet and Freezing Rain)	213
<b>บทที่ 10</b>	
(The Winds)	
10.1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	216
10.2 แรงต่าง ๆ ที่ทำให้อากาศเคลื่อนที่	222
10.2.1 แรง 1 : น้ำหนัก	222
10.2.2 แรง 2 : แรงความชันของความกด (Pressure Gradient Force)	223
10.2.2.1 การคำนวณหาสูตรความเร่งอันเกิดจาก แรงความชันของความกด	2 2 4
10.2.3 แรง 3 : แรงโคริโอลิส (Coriolis Force)	225
10.2.3.1 การคำนวณหาสูตรแรงโคริโอลิส	226
10.2.4 แรง 4 : แรงเสียดทาน (Friction)	230
10.3 การรวมแรงเข้าด้วยกัน (Combination of the Forces)	231
10.3.1 ลมจีโอสโทรฟิก (Geostrophic Wind)	231
10.3.2 ลมเกรเดียน (Gradient Wind)	233
10.3.3 ลมพื้นผิว (Surface Wind)	236
10.3.4 ความสมดุลอุทกสถิต (Hydrostatic Equilibrium)	237
10.4 ความต่อเนื่องของลม (Continuity of Wind)	239

	หน้า
10.5 การวัดลม	240
10.5.1 ทิศทางลม	241
10.5.2 ความเร็วลม	241
<b>บทที่ 11</b> ระบบลมบนพื้นโลก (Global Scale Winds )	
11.1 รูปแบบในอุดมคติ (Idealized Pattern)	249
11.2 ค่าเฉลี่ยของความกดตลอดปี (Yearly Averages of Pressure)	251
11.2.1 แถบความกดต่ำแถวบริเวณศูนย์สูตร (Equatorial Belt of Low Pressure)	252
11.2.2 แถบความกดสูงกึ่งเมืองร้อน (Subtropical High Pressure Belts)	252
11.2.3 แถบความกดต่ำใกล้ขั้วโลก (Polar Low Pressure or Polar Front)	253
11.2.4 บริเวณความกดสูงที่ขั้วโลก (Polar Caps of High Pressure)	254
11.3 ระบบลมบนพื้นโลก	254
11.4 ค่าเฉลี่ยความกดอากาศและลมในเดือนมกราคมและกรกฎาคม (January and July Averages of Pressure and Winds)	256
11.4.1 แถบของการพัดสอระหว่างเขตร้อน (Intertropical Convergence zone or Doldrums)	259
11.4.2 แถบความกดสูงกึ่งเมืองร้อน	259
11.4.3 ลมเทรต (Trade Winds)	261
11.4.4 อาลิวเซียนและไอซ์แลนด์โลว์ (Aleutian and Iceland Lows)	261
11.4.5 บริเวณความกดสูงบนทวีปที่เกิดขึ้นในฤดูหนาว (Continent Highs of Winter)	262
11.4.6 ลมเวสต์เดอวีส์ (Prevailing Westerlies)	262
11.4.7 ลมโพลาร์อีสต์เดอวีส์ (Polar Easterlies )	263
11.4.7 โพลาร์ฟรอนท์ (Polar Front )	263

		หน้า
11.5	การแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างละติจูด (Latitudinal Interchange of Air)	263
11.6	ลมชั้นบน (Upper-Level Wind)	264
11.6.1	ลมกรด (Jet stream)	265
11.6.2	ลมกรดและกาลอากาศที่พื้นผิว (The Jet Stream and Surface Weather)	266
11.7	แผนที่คอนทัวร์ (contour Maps)	268
11.7.1	ไอโซबारิคเซอร์เฟส (Isobaric Surfaces)	273
11.8	ลมซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิในท้องถิ่น (Winds Due to Local Temperature Differences)	276
11.8.1	ลมทะเล (Sea Breeze)	278
11.8.2	ลมบก (Land Breeze)	279
11.8.3	ลมภูเขาและลมหุบเขา (Mountain and Valley Breeze)	280
<b>บทที่ 12</b>	<b>พายุไต้ฝุ่น (Typhoon or Hurricance)</b>	
12.1	การกำเนิดพายุไต้ฝุ่น (The Birth of Typhoon)	282
12.2	การเจริญเติบโตของพายุไต้ฝุ่น : ปฏิกิริยาลูกโซ่ (The Growth of Typhoons : A Chain Reaction)	293
12.3	พายุไต้ฝุ่นที่เติบโตเต็มที่แล้ว (The Mature Typhoon)	296
12.4	การเคลื่อนที่และการสลายตัวของพายุไต้ฝุ่น (The Movement and Death of Typhoon)	299
12.5	อำนาจการทำลายของพายุ	300
<b>บทที่ 13</b>	<b>มวลอากาศ แนวปะทะอากาศและไซโคลน</b>	
13.1	มวลอากาศ (Air Masses)	304
13.2	แนวปะทะอากาศ ( Fronts )	313
13.2.1	แนวปะทะอากาศอุ่น (Warm Fronts)	313
13.2.2	แนวปะทะอากาศเย็น (Cold Fronts)	315
13.2.3	แนวปะทะอากาศที่ไม่เคลื่อนที่ (Stationary Fronts)	316

	13.2.4	แนวปะทะอากาศออคครูด (Occluded Fronts)	316
13.3		เวฟไซโคลน (Wave Cyclone)	317
	13.3.1	วงจรชีวิตของเวฟไซโคลน (Life Cycle of Wave Cyclone)	318
	13.3.2	ลักษณะกาลอากาศของเวฟไซโคลน (Idealized Weather of a Wave Cyclone)	321
	13.3.3	การกำเนิดไซโคลน (Cyclogenesis)	324
<b>บทที่ 14</b>		<b>พายุฟ้าคะนองและพายุทอร์นาโด</b> (Thunderstorms and Tornadoes)	
	14.1	ขั้นตอนการเจริญเติบโต (Stage in the Development of a Thunderstorm)	340
	14.1.1	พายุฟ้าคะนองที่รุนแรง (Severe Thunderstorm)	342
	14.1.2	ฟ้าแลบ (ฟ้าผ่า) และฟ้าร้อง (Lightning and Thunder)	347
	14.1.3	เรดาร์ตรวจอากาศ (Weather Radar)	353
	14.2	พายุทอร์นาโด (Tornadoes)	357
	14.2.1	ความเกี่ยวพันระหว่างพายุทอร์นาโดและพายุฟ้าคะนอง (Tornado-Thunderstorm Connection)	357
<b>บทที่ 15</b>		<b>มลพิษทางอากาศ (Air Pollution Meteorology)</b>	
	15.1	ความเร็วลม (Wind Speed)	360
	15.2	ความมีเสถียรภาพของอากาศ (Air Stability)	361
	15.2.1	อุณหภูมิกลับชั้น (Temperature Inversions)	362
	15.3	แนวโน้มของการเกิดมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Potential)	364
	15.4	กระบวนการทางธรรมชาติที่ทำให้เกิดความสะอาด (Natural Cleansing Processes)	366