บทที่ 5

ความชื้น เมฆ หยาดน้ำฟ้า

พื้นที่บางแห่ง เช่น แถบขั้วโลกเหนือขั้วโลกใต้ แถบอาร์ติคและแอนตาร์ติคที่มีน้ำแข็งปกคลุม เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอนนิโญลานิญาอุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ความร้อนจากอากาศร้อนทำให้น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำ รวมไปถึงน้ำจากแหล่งน้ำที่สำคัญ เช่น ทะเล มหาสมุทร ห้วย คลอง เขื่อน ฝาย เหล่านี้จะอาศัยความร้อนที่บริเวณผิวหน้าน้ำเปลี่ยนเป็นความร้อนแฝงให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นไปแทรกอยู่ในอากาศเป็นอากาศชื้น เมื่อไอน้ำในอากาศอิ่มตัวมีปริมาณมากเพียงพอจะควบแน่น เกิดเมฆ และเมฆฝน และมีฝนตกกลับมาเป็นน้ำ ทำให้วัฏจักรของน้ำสมบูรณ์ได้ ดังต่อไปนี้

ความชื้น

ความชื้น (humidity) เป็นปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ในแต่ละภูมิประเทศมีปริมาณมากน้อยต่างกันตั้งแต่ 0.1 – 4% ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศนั้น ๆ อยู่ใกล้ไกลแหล่งน้ำ สภาพอากาศที่แผ่ปกคลุมเป็นอากาศหนาวหรืออากาศร้อน มีป่าไม้หรือแถบทะเลทรายเหล่านี้ เป็นต้น

อากาศที่มีปริมาณไอน้ำมาก เรียกว่า อากาศชื้น (moist air) ในทางกลับกันถ้าอากาศไม่มีไอน้ำอยู่เลย เรียกว่า อากาศแห้ง (dry air) และถ้าอากาศมีไอน้ำอยู่เต็มจนกระทั่งไม่สามารถรับไอน้ำได้อีกแล้ว เรียกว่า อากาศอิ่มตัว ณ ที่ความกดอากาศเท่ากัน เช่น ที่ระดับน้ำทะเล พบว่า ความชื้นหรือปริมาณของไอน้ำในอากาศเป็นสัดส่วนตรงกับอุณหภูมิอากาศ คือ อุณหภูมิอากาศสูงขึ้นปริมาณไอน้ำในอากาศจะมากขึ้น ถ้าอุณหภูมิอากาศต่ำ ปริมาณไอน้ำในอากาศก็จะลดลงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 *แสดงอากาศรับไอน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้นที่ระดับน้ำทะเล*

อุณหภูมิอากาศ องศาเซลเซียส ($^{\circ}C$)	**ปริมาณไอน้ำที่อากาศรับไว้ กรัม / กิโลกรัม (g/kg)**
-30	0.30
-20	0.75
-10	2.00
0	3.50
5	5.00
10	7.00
15	10.00
20	14.00
25	20.00
30	26.50
35	35.00

สถานะของน้ำและความร้อนแฝง

น้ำเป็นสสารที่ดำรงตนอยู่ได้ทั้ง 3 สถานะ ที่อุณหภูมิทริเปิล พอยท์ (triple point) คือที่ $0^{\circ}C$ หรือ $273\ K$ และน้ำเปลี่ยนสถานะได้โดยอาศัยความร้อนแฝง สถานะของน้ำและการเปลี่ยนสถานะมีดังต่อไปนี้

1. สถานะของน้ำ

น้ำเป็นสสารที่มี 3 สถานะ ดังนี้

1. สถานะของแข็ง เรียกว่า น้ำแข็ง มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ $0^{\circ}C$
2. สถานะของเหลว เรียกว่า น้ำ มีอุณหภูมิ ตั้งแต่ $0^{\circ}C$ ถึง $100^{\circ}C$
3. สถานะก๊าซ เรียกว่า ไอน้ำ มีจุดควบแน่นที่อุณหภูมิ $100^{\circ}C$

น้ำแข็งจะเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำได้ เมื่อถึงอุณหภูมิที่น้ำแข็งหลอมเหลว เช่น ที่อุณหภูมิ $0^{\circ}C$ ณ ระดับน้ำทะเล แต่ถ้าน้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำกว่า $0^{\circ}C$ น้ำแข็งหลอมเหลวไม่ได้

น้ำแข็งจะต้องการความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง $0^{\circ}C$ จึงจะเริ่มหลอมเหลว

ลักษณะดังกล่าวแล้วนี้เป็นขั้นตอนหรือเป็นกระบวนการในการที่น้ำเปลี่ยนสถานะ กระบวนการที่น้ำเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปสู่อีกสถานะหนึ่งเป็นดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5 . 2 *แสดงกระบวนการที่น้ำเปลี่ยนสถานะ*

สถานะแรก	สถานะสุดท้าย	กระบวนการ
น้ำแข็ง	น้ำ	การละลาย (melting)
น้ำแข็ง	ไอน้ำ	การระเหิด (sublimation)
น้ำ	ไอน้ำ	การระเหย (evaporation)
ไอน้ำ	น้ำ	การกลั่นตัว (condensation)
ไอน้ำ	น้ำแข็ง	การระเหิดกลับ (deposition)
น้ำ	น้ำแข็ง	การแข็งตัว (freezing)

ในกระบวนการที่น้ำเปลี่ยนสถานะ น้ำจะต้องใช้ความร้อนแฝง ดังนี้

2. ความร้อนแฝง

ความร้อนแฝงเป็นความร้อนที่น้ำใช้ในกระบวนการเปลี่ยนสถานะโดยอุณหภูมิช่วงที่น้ำเปลี่ยนสถานะคงที่ ความร้อนแฝงนิยมคิดต่อมวลหนึ่งหน่วย เรียกว่า ความร้อนแฝงจำเพาะมี 2 ชนิดคือ

2.1 ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำ เป็นความร้อนที่น้ำมวล 1 หน่วยใช้ในการเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ หรือไอน้ำ และในทางกลับกันก็เป็นความร้อนที่ไอน้ำมวล 1 หน่วยคายออกเพื่อกลั่นตัวหรือควบแน่นกลับเป็นน้ำ โดยอุณหภูมิคงที่ที่ $100^{\circ}C$ จนกว่าจะเปลี่ยนสถานะเสร็จสิ้น

ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอของน้ำมีค่า 540 แคลอรี/กรัม หมายความว่า ถ้าให้น้ำมวล 1 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำมวล 1 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสใช้ความร้อน 540 แคลอรี หรือในทางกลับกัน ถ้าเป็นความร้อนแฝงของการกลั่นตัวหรือการควบแน่นของไอน้ำ ก็หมายความว่า ไอน้ำมวล 1 กรัม

อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส กลั่นตัวหรือควบแน่นเป็นน้ำมวล 1 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ต้องคายความร้อน 540 แคลอรี

2.2 ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง หมายถึง ความร้อนที่น้ำแข็งมวล 1 หน่วยใช้ในการเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ และในทางกลับกันก็เป็นความร้อนที่น้ำมวล 1 หน่วยคายออกเพื่อแข็งตัวหรือเยือกแข็งกลับเป็นน้ำแข็ง โดยอุณหภูมิต้องคงที่ที่ $0^{\circ}C$ จนกว่าเปลี่ยนสถานะเสร็จ

ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็งมีค่า 80 แคลอรี/กรัม หมายถึง น้ำแข็งมวล 1 กรัมอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ละลายเป็นน้ำมวล 1 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ต้องคายความร้อน 80 แคลอรี หรือถ้าเป็นความร้อนแฝงของการแข็งตัวของน้ำก็หมายความว่า น้ำมวล 1 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แข็งตัวเป็นน้ำแข็งมวล 1 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ต้องใช้ความร้อน 80 แคลอรี

ถ้าน้ำแข็งผ่านกระบวนการระเหิดเป็นไอน้ำ น้ำแข็งจะต้องใช้ความร้อนแฝงรวม 620 แคลอรี/กรัม

ความร้อนแฝงจะเปลี่ยนเป็นความร้อนที่เราสัมผัสได้ ดังนั้นทุกครั้งที่มีการคายความร้อนแฝงออกมา อากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ในทางกลับกันถ้ามีการใช้ความร้อนแฝง อุณหภูมิอากาศบริเวณนั้นจะลดต่ำลง

ปริมาณความร้อน 1 แคลอรี คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำมวล 1 กรัมอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส (โดยเปลี่ยนจาก 14 องศาเซลเซียสไปเป็น 15 องศาเซลเซียส)

ความร้อนแฝงจำเพาะใช้หน่วยอื่น เช่น กิโลแคลอรี/กิโลกรัม บีทียู/ปอนด์

การบอกค่าความชื้นและเครื่องมือวัดความชื้น

ไอน้ำเป็นส่วนผสมของอากาศ แต่เรามองไม่เห็น จึงจำเป็นต้องหาวิธีวัดให้ทราบค่าของปริมาณไอน้ำ ดังต่อไปนี้

1. การบอกค่าความชื้น

ความชื้น คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศ เราจะทราบปริมาณหรือจำนวนไอน้ำในอากาศว่ามีมากหรือน้อยเพียงใดได้ โดยการบอกค่าความชื้น ซึ่งบอกได้ 6 วิธี แต่ละค่าแต่ละวิธี

มีความหมาย และใช้เครื่องมือวัดที่มีชื่อเรียก ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 *แสดงวิธีบอกความชื้น ความหมายและชื่อเครื่องมือสำหรับวัด*

วิธีบอกค่าความชื้น	ความหมาย	ชื่อเครื่องมือวัด หน่วย
1.1 ความกดไอน้ำ	- น้ำหนักของไอน้ำที่กระทำในแนวตั้งฉากกับหนึ่งหน่วยพื้นที่	- ไฮโกรมิเตอร์เคมี หน่วยเหมือนหน่วยความกด ทางอุตุนิยมวิทยาใช้ mb หรือ hPa
1.2 ความชื้นแท้หรือความชื้นสัมบูรณ์ . A.H (absolute humidity)	- มวลของไอน้ำในอากาศต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศ	- ไฮโกรมิเตอร์เคมี และตาชั่ง (หน่วยเป็นหน่วยของมวล/หน่วยของปริมาตร เช่น กรัม/ลูกบาศก์เมตร
1.3 ความชื้นสัมพัทธ์ R.H (relative humidity)	- อัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างมวลไอน้ำจริงในอากาศกับมวลไอน้ำอิ่มตัวในอากาศที่มีปริมาตรเท่ากันและอุณหภูมิเดียวกันเวลาเดียวกัน	- ไฮโกรมิเตอร์เส้นผม - ไซโครมิเตอร์ นิยมบอกเป็น % - ไฮโกรกราฟ
1.4 จุดน้ำค้าง (dew point)	- อุณหภูมิของอากาศที่มีไอน้ำอิ่มตัว	- เทอร์มอมิเตอร์ตุ้มเปียก (°C)
1.5 ความชื้นจำเพาะ (specific humidity, S.H.)	- อัตราส่วนระหว่างมวลไอน้ำกับมวลอากาศชื้น	- ไฮโกรมิเตอร์เคมี และตาชั่ง (หน่วยเป็นกรัม/กิโลกรัม)
1.6 อัตราส่วนผสม (mixing ratio)	- อัตราส่วนระหว่างมวลไอน้ำกับมวลอากาศแห้ง	- ไฮโกรมิเตอร์เคมี และตาชั่ง (หน่วยเป็นกรัม/กิโลกรัม)

จากตารางที่ 5.3 การบอกปริมาณไอน้ำในอากาศแต่ละวิธีมีดังต่อไปนี้

1.1 ความกดไอน้ำ การบอกค่าความชื้นเป็นความกดไอน้ำนั้นยุ่งยาก เพราะต้องใช้สารเคมีที่ดูดความชื้นได้แล้วจะต้องเอาไอน้ำที่ดักจับได้ไปชั่งหามวล

เนื่องจากบรรยากาศ คือ ส่วนผสมของก๊าซต่าง ๆ รวมทั้งไอน้ำสำหรับอากาศที่ชื้น ดังนั้นความกดบรรยากาศ ณ จุดใด ๆ เท่ากับผลบวกของความกดย่อย (partial pressure) ที่กระทำโดยก๊าซแต่ละชนิดในบรรยากาศรวมทั้งไอน้ำด้วย เราเรียกความกดย่อยที่ไอน้ำกระทำว่า ความกดไอน้ำ (water vapour pressure)

อากาศเขตร้อนที่อุ่นจะมีปริมาณไอน้ำมากกว่าอากาศเขตขั้วโลกที่เย็น หมายถึงปริมาณของไอน้ำในอากาศมีมากขึ้นถ้าอุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ถ้าอากาศมีไอน้ำมากที่สุดอากาศย่อมอิ่มตัวจึงมีความกดไอน้ำอิ่มตัว บอกได้ว่า ความกดไอน้ำอิ่มตัวที่มีค่าสูงเกิดขึ้นในบริเวณของมหาสมุทร ทะเลสาบ และแม่น้ำลำคลองในเขตร้อน ความกดไอน้ำอิ่มตัวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังตารางที่ 5 . 4

ตารางที่ 5.4 *แสดงค่าความกดไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวหน้าน้ำที่เรียบ*

อุณหภูมิอากาศ องศาเซลเซียส (°C)	ความกดไอน้ำอิ่มตัว มิลลิบาร์ (mb)
0	6.11
10	12.27
20	23.37
30	42.43
40	73.77

1.2 ความชื้นสัมบูรณ์ จากความหมายของความชื้นสัมบูรณ์ เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$AH = \frac{m}{V} \quad \text{หรือ}$$

$$\text{ความชื้นสัมบูรณ์} = \frac{\text{มวลไอน้ำที่มีจริงในอากาศ}}{\text{ปริมาตรของอากาศ}}$$

ตัวอย่าง ถ้าในวันที่ 26 มกราคม 2547 เวลา 10.00 นาฬิกาในห้องขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตรและสูง 3 เมตร มีไอน้ำอยู่จำนวน 150 กรัม อากาศในห้องมีความชื้นสัมบูรณ์เท่าไร

วิธีทำ อากาศในห้องมีความชื้นสัมบูรณ์ $= \frac{\text{มวลไอน้ำจริง } 150 \text{ กรัม}}{\text{ปริมาตรอากาศในห้อง } (4)(5)(3) \text{ ลูกบาศก์เมตร}}$

$= 2.5$ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

นั่นคือ อากาศในห้องดังกล่าวมีความชื้นสัมบูรณ์ 2.5 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1.3 ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นค่าที่นิยมใช้กันในทางอุตุนิยมวิทยา แต่ต้องบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) จึงจะเข้าใจง่าย จากความหมายเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$ความชื้นสัมพัทธ์ = \frac{มวลไอน้ำที่มีจริงในอากาศ}{มวลไอน้ำอิ่มตัวในอากาศณอุณหภูมิเดียวกันและปริมาตรเท่ากัน} \times 100$$

ที่อุณหภูมิ 10 ° C อากาศมีไอน้ำอยู่ 8 g/m^3 โดยที่อากาศมีไอน้ำอิ่มตัว 16 g/m^3 เราจะหาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขณะนั้นได้ดังนี้

$$\text{อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{มวลไอน้ำ 8g/m^3}{มวลไอน้ำอิ่มตัว 16g/m^3} \times 100 = 50\,\%$$

การหาค่าความชื้นสัมพัทธ์คำนวณได้จากสูตร

$$R.H. = \frac{E' - \frac{1}{2}(t - t') \times 100}{E}$$

E' แทนความกดไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิตุ้มเปียก

E แทนความกดไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิตุ้มแห้ง

t แทนอุณหภูมิตุ้มแห้ง (°C) และ

t' แทนอุณหภูมิตุ้มเปียก (°C) ความกดไอน้ำอิ่มตัวดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 *แสดงความกดไอน้ำอิ่มตัวเป็นมิลลิเมตรของปรอท (เฉพาะช่วง10 ° C – 14 ° C)*

อุณหภูมิ	.0	.2	.4	.6	.8
10	9.21	9.33	9.46	9.59	9.71
11	9.84	9.98	10.11	10.24	10.38
12	10.52	10.66	10.80	10.94	11.09
13	11.23	11.38	11.53	11.68	11.83
14	12.00	12.14	12.30	12.46	12.63

ถ้าอุณหภูมิตุ้มแห้ง 14.4°C และอุณหภูมิตุ้มเปียก 12.2°C ก็หาความชื้นสัมพัทธ์ได้

จากตารางที่ 5.5 เมื่อ t = 14.4°C , E = 12.30 mm of Hg

และ t' = 12.2°C , E' = 10.66 mm of Hg

วิธีทำ จากสูตร $R.H. = \frac{E' - \frac{1}{2}(t - t') \times 100}{E}$

แทนค่า $\therefore \quad R.H. = \dfrac{10.66 - \frac{1}{2}(14.4 - 12.2) \times 100}{12.30}$

$$= \frac{9.56}{12.30} \times 100$$

$\therefore$ อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 77.72 %

1.4 จุดน้ำค้าง เป็นอุณหภูมิที่อากาศมีไอน้ำมากที่สุดหรืออุณหภูมิที่อากาศอิ่มตัว ถ้าในอากาศมีไอน้ำมาก อุณหภูมิจุดน้ำค้างจะสูง ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดต่ำกว่าจุดน้ำค้าง ไอน้ำในอากาศจะเริ่มกลั่นตัวเป็นน้ำค้างในเวลาดึกสงัดของคืนที่ท้องฟ้าโปร่งปราศจากเมฆและลมสงบ จึงกล่าวได้ว่า จุดน้ำค้างเป็นอุณหภูมิที่ไอน้ำอิ่มตัวที่อยู่ในอากาศเริ่มกลั่นตัวเมื่ออากาศเย็นลง

1.5 ความชื้นจำเพาะ อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นหรือมวลของไอน้ำกับความหนาแน่นหรือมวลของอากาศชื้นที่มีปริมาตรเท่ากัน จากความหมายเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$q = 623\frac{e}{P} \quad \text{g/kg}$$

เมื่อ q คือ ความชื้นจำเพาะ (specific humidity) ใช้หน่วย กรัมต่อกิโลกรัม

e คือ ความกดไอน้ำ ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอท

P คือ ความกดอากาศชื้น (อากาศแห้ง +ไอน้ำ) ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอท

ค่าความชื้นจำเพาะนี้ในทางปฏิบัติถือว่าใช้ได้ทุกความกดหรือความสูง ถ้าความชื้นไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

1.6 อัตราส่วนผสม คือ อัตราส่วนระหว่างมวลไอน้ำกับมวลอากาศแห้ง จากความหมายเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$r = 623\frac{e}{P_d}$$

เมื่อ r คือ อัตราส่วนผสม (mixing ratio) ใช้หน่วย กรัมต่อกิโลกรัม

e คือ ความกดไอน้ำ ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอทและ

P_d คือ ความกดของอากาศแห้ง ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอท

P_d หาได้จาก $P_d = P - e$ โดยที่ P คือ ความกดของอากาศทั้งหมด

เมื่อทราบวิธีการบอกค่าความชื้นแล้ว ควรจะได้รู้จักเครื่องมือดังต่อไปนี้

2. เครื่องมือวัดความชื้น

เครื่องมือวัดความชื้น ใช้วัดความชื้นสัมบูรณ์ ความชื้นสัมพัทธ์ จุดน้ำค้าง และ

นั่นคือ อากาศในห้องดังกล่าวมีความชื้นสัมบูรณ์ 2.5 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1.3 ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นค่าที่นิยมใช้กันในทางอุตุนิยมวิทยา แต่ต้องบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) จึงจะเข้าใจง่าย จากความหมายเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$ความชื้นสัมพัทธ์ = \frac{มวลไอน้ำที่มีจริงในอากาศ}{มวลไอน้ำอิ่มตัวในอากาศณอุณหภูมิเดียวกันและปริมาตรเท่ากัน} \times 100$$

ที่อุณหภูมิ 10°C อากาศมีไอน้ำอยู่ 8 g/m^3 โดยที่อากาศมีไอน้ำอิ่มตัว 16 g/m^3 เราจะหาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขณะนั้นได้ดังนี้

$$\text{อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{มวลไอน้ำ 8g/m^3}{มวลไอน้ำอิ่มตัว 16g/m^3} \times 100 = 50\,\%$$

การหาค่าความชื้นสัมพัทธ์คำนวณได้จากสูตร

$$R.H. = \frac{E' - \frac{1}{2}(t - t') \times 100}{E}$$

E' แทนความกดไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิตุ้มเปียก

E แทนความกดไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิตุ้มแห้ง

t แทนอุณหภูมิตุ้มแห้ง (°C) และ

t' แทนอุณหภูมิตุ้มเปียก (°C) ความกดไอน้ำอิ่มตัวดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 *แสดงความกดไอน้ำอิ่มตัวเป็นมิลลิเมตรของปรอท (เฉพาะช่วง10°C – 14 $^{\circ}$C)*

อุณหภูมิ	.0	.2	.4	.6	.8
10	9.21	9.33	9.46	9.59	9.71
11	9.84	9.98	10.11	10.24	10.38
12	10.52	10.66	10.80	10.94	11.09
13	11.23	11.38	11.53	11.68	11.83
14	12.00	12.14	12.30	12.46	12.63

ถ้าอุณหภูมิตุ้มแห้ง 14.4°C และอุณหภูมิตุ้มเปียก 12.2°C ก็หาความชื้นสัมพัทธ์ได้

จากตารางที่ 5.5 เมื่อ t = 14.4°C , E = 12.30 mm of Hg

และ t' = 12.2°C , E' = 10.66 mm of Hg

วิธีทำ จากสูตร $R.H. = \frac{E' - \frac{1}{2}(t - t') \times 100}{E}$

แทนค่า $\therefore \quad R.H. = \dfrac{10.66 - \frac{1}{2}(14.4 - 12.2) \times 100}{12.30}$

$$= \frac{9.56}{12.30} \times 100$$

$\therefore$ อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 77.72 %

1.4 จุดน้ำค้าง เป็นอุณหภูมิที่อากาศมีไอน้ำมากที่สุดหรืออุณหภูมิที่อากาศอิ่มตัว ถ้าในอากาศมีไอน้ำมาก อุณหภูมิจุดน้ำค้างจะสูง ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดต่ำกว่าจุดน้ำค้าง ไอน้ำในอากาศจะเริ่มกลั่นตัวเป็นน้ำค้างในเวลาดึกสงัดของคืนที่ท้องฟ้าโปร่งปราศจากเมฆและลมสงบ จึงกล่าวได้ว่า จุดน้ำค้างเป็นอุณหภูมิที่ไอน้ำอิ่มตัวที่อยู่ในอากาศเริ่มกลั่นตัวเมื่ออากาศเย็นลง

1.5 ความชื้นจำเพาะ อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นหรือมวลของไอน้ำกับความหนาแน่นหรือมวลของอากาศชื้นที่มีปริมาตรเท่ากัน จากความหมายเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$q = 623\frac{e}{P} \quad \text{g/kg}$$

เมื่อ q คือ ความชื้นจำเพาะ (specific humidity) ใช้หน่วย กรัมต่อกิโลกรัม

e คือ ความกดไอน้ำ ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอท

P คือ ความกดอากาศชื้น (อากาศแห้ง +ไอน้ำ) ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอท

ค่าความชื้นจำเพาะนี้ในทางปฏิบัติถือว่าใช้ได้ทุกความกดหรือความสูง ถ้าความชื้นไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

1.6 อัตราส่วนผสม คือ อัตราส่วนระหว่างมวลไอน้ำกับมวลอากาศแห้ง จากความหมายเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$r = 623\frac{e}{P_d}$$

เมื่อ r คือ อัตราส่วนผสม (mixing ratio) ใช้หน่วย กรัมต่อกิโลกรัม

e คือ ความกดไอน้ำ ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอทและ

P_d คือ ความกดของอากาศแห้ง ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอท

P_d หาได้จาก $P_d = P - e$ โดยที่ P คือ ความกดของอากาศทั้งหมด

เมื่อทราบวิธีการบอกค่าความชื้นแล้ว ควรจะได้รู้จักเครื่องมือดังต่อไปนี้

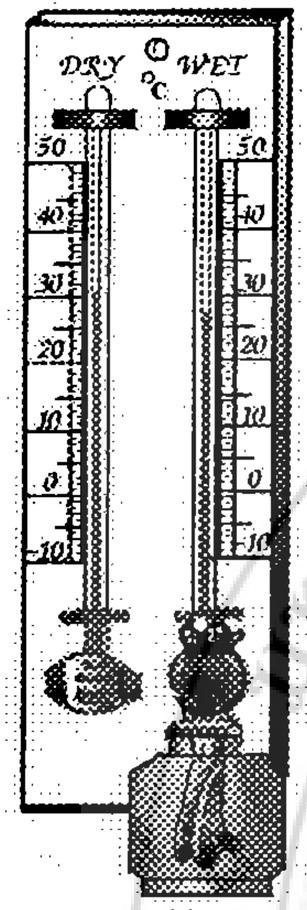
2. เครื่องมือวัดความชื้น

เครื่องมือวัดความชื้น ใช้วัดความชื้นสัมบูรณ์ ความชื้นสัมพัทธ์ จุดน้ำค้าง และ

อื่น ๆ เครื่องมือวัดความชื้นมีหลายชนิดดังนี้

2.1 ไซโครมิเตอร์ (psychrometer) **หรือ เทอร์มอมิเตอร์ตุ้มแห้งตุ้มเปียก เป็นเครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ**

ไซโครมิเตอร์ มีส่วนประกอบหลักดังภาพที่ 5.1 คือ มีเทอร์มอมิเตอร์ 2 อัน อันหนึ่งวัดอุณหภูมิอากาศ และอีกอันหนึ่งมีผ้ามัสลินที่ชุ่มน้ำง่ายหุ้มเอาไว้ มีเชือกด้ายดิบผูกปลายเชือกจุ่มอยู่ในขวดที่ใส่น้ำสะอาดไว้ ไซโครมิเตอร์นี้ ติดตั้งไว้ในเรือนเทอร์มอมิเตอร์



ภาพที่ 5.1 *ไซโครมิเตอร์*

วิธีใช้ อ่านอุณหภูมิอากาศทางตุ้มแห้ง แล้วสังเกตระดับของเหลวที่บรรจุในหลอดแก้วทางตุ้มเปียกไม่ลดลงอีกจึงอ่านอุณหภูมิทางตุ้มเปียก แล้วหาผลต่างของอุณหภูมิตุ้มแห้งและตุ้มเปียก อ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์จากตารางสำเร็จที่ติดไว้กับเครื่องมือ จะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในช่วงเวลานั้น

สำหรับอุณหภูมิตุ้มเปียกเป็นอุณหภูมิที่อากาศมีไอน้ำอิ่มตัว ถ้าที่เครื่องมือไม่มีตารางก็หาอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้จากที่อื่น ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 *แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ (อุณหภูมิตุ้มเปียกช่วง 26 – 35 องศาเซลเซียส)*

อุณหภูมิที่อ่านได้จากตุ้มเปียก	ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของตุ้มแห้ง-ตุ้มเปียก					
	1	2	3	4	5	6
องศาเซลเซียส	%	%	%	%	%	%
26	91	82	75	68	62	56
27	91	83	75	68	62	57
28	91	83	75	69	63	57
29	91	83	76	69	63	58

ตารางที่ 5.6 *แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ (อุณหภูมิตุ้มเปียกช่วง 26 – 35 องศาเซลเซียส) (ต่อ)*

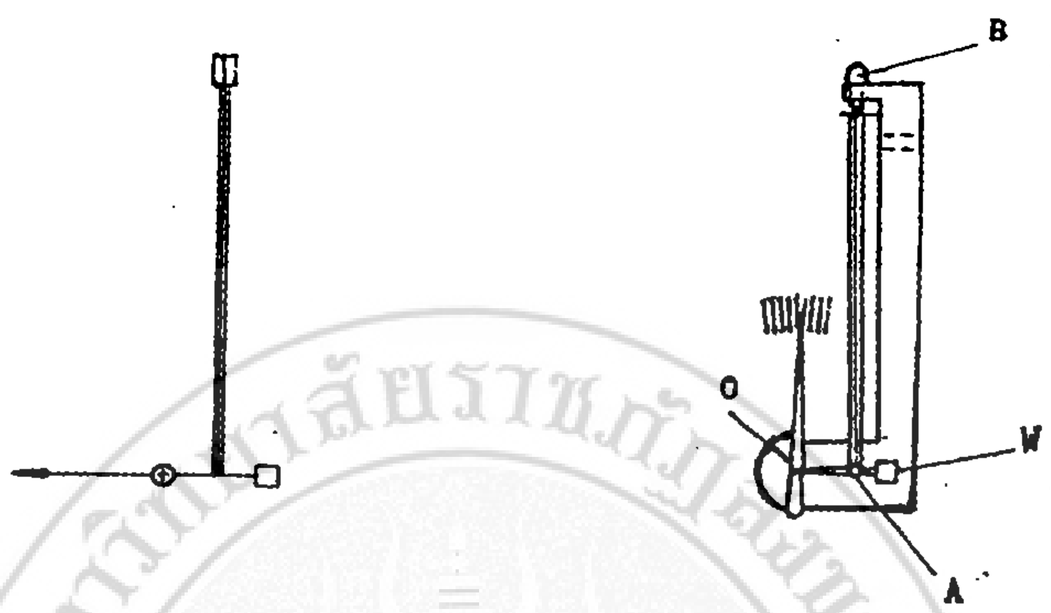
อุณหภูมิที่อ่านได้จากตุ้มเปียก	ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของตุ้มแห้ง-ตุ้มเปียก					
	1	2	3	4	5	6
องศาเซลเซียส	%	%	%	%	%	%
30	91	83	76	70	64	58
31	91	83	76	70	64	59
32	91	84	77	70	65	59
33	92	84	77	71	65	60
34	92	84	77	71	65	60
35	92	84	78	71	65	61

ถ้าอุณหภูมิตุ้มแห้งอ่าน 36 °C และอุณหภูมิตุ้มเปียกอ่านได้ 32°C เราดูในช่องแรกอุณหภูมิตุ้มเปียก ตรงกับ 32°C หาผลต่างอุณหภูมิระหว่างตุ้มแห้ง-ตุ้มเปียกได้ 4°C ก็มองไปทางขวาตรงช่องเลข 4 จะได้ตัวเลขที่ตำแหน่งนั้นเป็น 70 ดังนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์คือ 70 %

2.2 ไฮโกรมิเตอร์เคมี ใช้สำหรับวัดความชื้นแท้ เครื่องมือมีหลอดแก้วรูปตัวอักษร U บรรจุแคลเซียมคลอไรด์ หรือกรดกำมะถัน หรือใช้ anhydrous – phosphoric acid ซึ่งมีสมบัติดูดความชื้นได้ดีกว่ากรดกำมะถันก็ได้ ให้อากาศที่ต้องการจะวัดความชื้นผ่านหลอดแก้วสารเคมีจะดูดเอาความชื้นในอากาศนี้ไว้ ในการปฏิบัตินี้จะต้องชั่งหลอดแก้วทั้งก่อนและหลังจากผ่านอากาศเข้าไป น้ำหนักที่ต่างกัน ก็คือ ปริมาณความชื้นแท้ที่มีในอากาศ การทำเช่นนี้ต้องใช้ความระมัดระวังให้อากาศผ่านช้า ๆ และต้องระวังความชื้นอื่นจะเข้าไปปะปน อาจทำให้ผลที่ตรวจได้ผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง การวัดความชื้นแท้จึงไม่นิยมทำกันในทางอุตุนิยมวิทยา

2.3 ไฮโกรมิเตอร์เส้นผม ดังภาพที่ 5.2 เครื่องมือนี้ อาศัยหลักความจริงที่ว่าเส้นผมของมนุษย์ที่ทำให้เป็นกลางโดยล้างไขมันออกแล้ว จะยืดและหดไปตามความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ คือ เมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น เส้นผมจะยืดตัวออก และในทางกลับกันถ้าค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เส้นผมจะหดตัวเข้า ในทางปฏิบัติเขาใช้เส้นผมที่เหยียดตรงและทำให้เป็นกลางแล้วนั้นมัดรวมกันประมาณ 15 – 25 เส้น

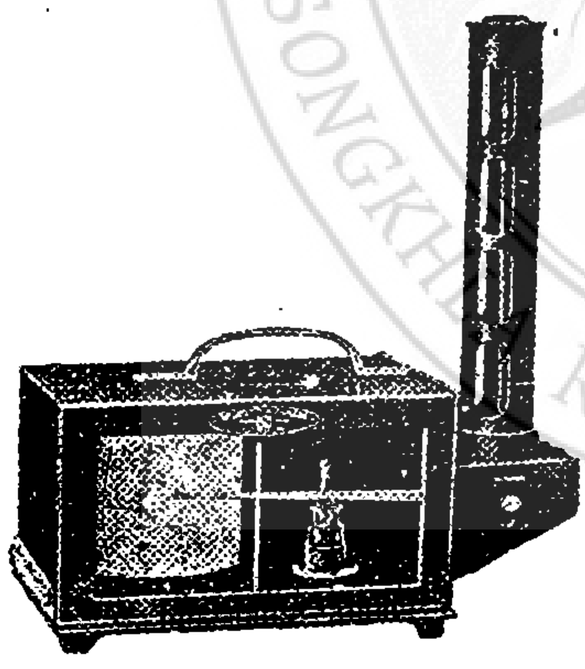
การล้างไขมันออกจากเส้นผมของมนุษย์ ทำโดยการแช่เส้นผมลงใน ethyl ether นานประมาณ 1 ชั่วโมง หรือนานกว่า ถ้าไม่ใช้วิธีนี้ จะต้มเส้นผมในคอสติคโซดา (NaOH) หรือ คอสติคโพแตช (KOH) ก็ได้ แล้วเอาไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น เอาไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ไม่ใช้ความร้อนหรือไม่อบด้วยไฟฟ้า ปล่อยให้เส้นผมแห้งเองในร่ม



ภาพที่ 5.2 *ไฮโกรมิเตอร์เส้นผม*

ไฮโกรมิเตอร์แบบนี้ใช้เส้นผมที่เป็นกลางมัดรวมกัน 15 เส้นขึงตึงในแนวตั้งดังภาพซ้าย ภาพขวาแสดงเครื่องกลไกมีคานกระเดื่อง OA ปลาย O ติดอยู่กับเข็มชี้ที่หน้าปัด ปลาย A ติดกับปลายหนึ่งของมัดเส้นผม OA ปรับแต่งได้ตามต้องการ โดยหมุนสกรู B ที่ปลายด้านบน W เป็นน้ำหนักที่ถ่วงเส้นผมให้ตึงพอเหมาะ

2.4 ไฮโกรกราฟ เป็นเครื่องวัดความชื้น ที่ดัดแปลงมาจากไฮโกรมิเตอร์เส้นผม โดยมีมัดเส้นผมดังกล่าวขึงไว้ในทรงกระบอกทองเหลือง ที่มีการระบายอากาศได้ดี มีคานกระเดื่องต่อไปยังปากกาที่มีร่องให้น้ำหมึกพิเศษผ่านออกได้ ปลายปากกาแตะกระดาษกราฟที่สวมแนบสนิทอยู่รอบทรงกระบอกที่หมุนตลอดเวลา



ภาพที่ 5.3 *ไฮโกรกราฟ*

ไฮโกรกราฟจะบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ไว้ ตลอดเวลา 1 วัน หรือ 1 สัปดาห์ แล้วแต่วัตถุประสงค์ของการใช้งาน

ดังนั้นไฮโกรกราฟจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้งานสะดวก และทราบค่าความชื้นสัมพัทธ์ในเวลาใด ๆ ได้

การดูแลรักษาไฮโกรกราฟค่อนข้างยุ่งยาก คือ ต้องคอยระวังอย่าให้ฝุ่นละอองจับ คอยหยอดน้ำมันที่ข้อต่อและจุดหมุนของเครื่อง และต้องระวังดูแลเส้นผมให้เป็นกลางอยู่เสมอ

การใช้งานของไฮโครกราฟ จะต้องเทียบค่าจากไฮโครมิเตอร์ธรรมดา เพื่อจะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ถูกต้อง

เมฆ

เมฆเป็นสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพทางฟิสิกส์ของบรรยากาศได้ชัดเจน ดังนั้นการตรวจชนิด จำนวน ความสูง และทิศทางการเคลื่อนตัวของเมฆได้ถูกต้อง จะช่วยในการวิเคราะห์ลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศได้เป็นอย่างดี

ถ้าเราแหงนมองท้องฟ้า จะเห็นเมฆรูปร่างต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง บ้างเป็นแผ่นแผ่ปกคลุมพื้นท้องฟ้า บ้างก็เป็นเกล็ด เป็นก้อน เมฆเหล่านี้เกิดจากไอน้ำในบรรยากาศกลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ เกาะรอบแกนกลางการกลั่นตัว เช่น ฝุ่นพยุงตัวลอยอยู่ เมื่อมีมากจะรวมตัวเป็นกลุ่มก้อน จะได้กล่าวถึงสาเหตุการเกิดเมฆดังต่อไปนี้

1. สาเหตุการเกิดเมฆ

เมฆจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากอากาศมีปริมาณความชื้นหรือไอน้ำมากเพียงพอจนอิ่มตัว มีการพาความร้อนแนวดิ่ง และมีแกนการกลั่นตัว (condensation nuclei) มากพอที่จะให้ไอน้ำที่อิ่มตัวควบแน่นเกาะรอบ ๆ ฝุ่นได้ จะกล่าวถึงสาเหตุเหล่านี้ดังต่อไปนี้

1.1 ความชื้นในอากาศ หรือปริมาณไอน้ำในอากาศมากเพียงพอ ไอน้ำในอากาศนั้นมองไม่เห็น แต่เราทราบปริมาณไอน้ำจากไฮโครมิเตอร์ ดังกล่าวมาแล้ว โดยกระแสลมพัดพาอากาศชื้นหรืออากาศที่มีไอน้ำมากผ่านกระแสน้ำเย็นหรือพื้นดินที่เย็นทำให้มวลอากาศชื้นเย็นลงจนถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แล้วกลายเป็นเมฆ เนื่องจากอากาศที่แผ่ปกคลุมเหนือพื้นดินเย็นลงมากในเวลากลางคืน ทำให้อากาศชื้นที่อิ่มตัวถึงจุดน้ำค้างกลั่นตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ที่เราสัมผัสได้ เกาะรอบฝุ่นกลายเป็นหมอก มักจะพบตอนเช้าตรู่ที่อากาศเย็นจัดและมีไอน้ำมากพอ จึงอาจกล่าวได้ว่า *หมอก คือ เมฆที่เกิดใกล้พื้นผิวโลก*

1.2 การพาความร้อนแนวดิ่ง อากาศลอยตัวขึ้นโดยไม่มีการเพิ่มหรือลดความร้อน แต่จะเย็นลงแบบอะเดียเบติค

ถ้าเป็นอัตราการลดอุณหภูมิของอากาศแห้ง (dry adiabatic lapse rate) ซึ่งมีค่าประมาณ 10° C/km จะไม่มีการกลั่นตัวหรือควบแน่น (condensation)

ถ้าอากาศที่ร้อนชื้นลอยตัวสูงขึ้นอัตราการลดอุณหภูมิเป็นแบบอะเดียเบติคชื้น (moist adiabatic lapse rate) ซึ่งมีค่าประมาณ 6.5° C/km จนกระทั่งถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ขณะนี้อากาศอิ่มตัว เมื่อลอยขึ้นไปอีกไอน้ำก็จะคายความร้อนแฝง 540 แคลอรี/กรัม และมีการควบแน่นหรือกลั่นตัว ทำให้ไอน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำโดยเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ เกาะรอบแกนการกลั่นตัว ซึ่งมี 3 ชนิด ต่อไปจะกล่าวถึงแกนการกลั่นตัว

1.3 แกนการกลั่นตัว แกนการกลั่นตัวจัดเป็น 3 ชนิด ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 *แสดงแกนการกลั่นตัว*

ชนิดของแกนการกลั่นตัว	ลักษณะ / ชนิด/ สมบัติของสาร
1. แกนชนิดชื้น (hygroscopic particle)	- เป็นผลึกเกลือต่าง ๆ จากท้องทะเล พวกกำมะถัน - สมบัติทำให้กลั่นตัวเป็นเมฆได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์เกิน 70 % แต่ยังไม่ถึง 100 %
2. อนุภาคและผลึกเล็ก ๆ	- ฝุ่นของซิลิกาและควอทซ์ มีรูปร่างเป็นผลึกรูปหกเหลี่ยมทำให้เกิดผลึกน้ำแข็ง
3. พวกอสัณฐาน (non hygroscopic particle)	- ผงฝุ่นธรรมดา ควันที่เกิดจากการเผาไหม้ ก่อให้เกิดการกลั่นตัวธรรมชาติซึ่งจะต้องเกิดขึ้น เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณ 100%

แกนการกลั่นตัวเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่สนับสนุนการก่อตัวให้เกิดเมฆ ถ้ามีน้อยหรือมีไม่เหมาะ การเกิดเมฆก็จะเป็นไปได้ยาก

เมฆมีรูปร่าง ลักษณะแตกต่างกันออกไป จึงแบ่งเป็นชื่อและตระกูลเมฆดังต่อไปนี้

2. ชื่อเมฆ และตระกูลเมฆ

เมฆที่ปรากฏบนท้องฟ้ามี 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

1. เมฆก้อน (cumuliform clouds) เป็นเมฆชนิด Cumulus แยกกันอยู่ห่าง ๆ ในที่ว่างเปล่าของท้องฟ้าและ

2. เมฆแผ่น (stratiform clouds) เป็นเมฆที่ก่อตัวเป็นแผ่นหรือก่อตัวเป็นชั้น แผ่ปกคลุมท้องฟ้า

เมฆก้อนและเมฆแผ่นที่มองเห็นในท้องฟ้ามีชื่อเรียกดังนี้

2.1 ชื่อเมฆ จะแสดงให้รู้ถึงชนิดและรูปร่างของเมฆ โดยใช้ภาษาลาติน แสดงลักษณะของเมฆ เช่น นิมบัส (nimbus) แปลว่า ฝนโปรย , ห่าฝน .ใช้คำว่า นิมบัส ต่อท้ายชื่อเมฆที่ทำให้เกิดฝน เช่น สตราโตนิมบัส (Stratonimbus) คือ เมฆฝนที่แผ่เป็นแผ่นปกคลุมพื้นท้องฟ้า คำว่า แฟรคโต (fracto) แปลว่า แตกกระจัดกระจาย ใช้คำว่า แฟรคโต นำหน้าชื่อเมฆที่ถูกลมเป่ากระจัดกระจาย คำว่า เซอรัส (Cirrus) แปลว่า เส้นผม ใช้กับเมฆที่มีลักษณะคล้ายเส้นผม จึงได้ชื่อเมฆ 4 ชนิด ตามที่สภาอุตุนิยมวิทยาสากลได้จัดแบ่งให้ประเทศสมาชิกทั่วโลกใช้เป็นแบบเดียวกันมีชื่อเป็นภาษาลาติน คือ

1. เมฆฝอย (Cirrus)
2. เมฆแผ่น (Stratus)
3. เมฆก้อน (Cumulus)
4. เมฆฝน (Nimbus)

จากชื่อเมฆและภาษาลาตินที่เติมเข้าข้างหน้าหรือข้างหลังหลังลักษณะเมฆ จะได้เมฆหลายตระกูลดังต่อไปนี้

2.2 ตระกูลเมฆ (cloud genera) ทางอุตุนิยมวิทยาจำแนกเมฆออกเป็น กลุ่มใหญ่ ๆ 10 กลุ่ม แต่ละกลุ่มเรียกว่า ตระกูล (genus ถ้าเป็นพหูพจน์ใช้ genera) สมบัติที่สำคัญและจำเป็นของเมฆแบบต่าง ๆ มีอยู่ในหนังสือ The International Cloud Atlas 1956 สำหรับเมฆทั้ง 10 ตระกูลมีชื่อตระกูล อักษรย่อ และสัญลักษณ์ที่เขียนในแผนที่อากาศดังแสดงในตารางที่ 5.8

เมฆ 10 ตระกูลมีรูปร่าง ลักษณะดังภาพที่ 5.4

ภาพที่ 5.4 *แสดงภาพเมฆ 10 ตระกูล*

ที่มา : *กรมอุตุนิยมวิทยา*

ตารางที่ 5.8 *แสดงการแบ่งเมฆออกเป็น 10 ตระกูล*

ตระกูล	อักษรย่อ		สัญลักษณ์
	ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย	
1. Cirrus	Ci	ซร	
2. Cirrocumulus	Cc	ซค	
3. Cirrostratus	Cs	ซส	
4. Altostratus	As	อค	
5. Altocumulus	Ac	อส	
6. Nimbostratus	Ns	นส	
7. Stratocumulus	Sc	สค	
8. Stratus	St	สต	
9. Cumulus	Cu	คม	
10. Cumulonimbus	Cb	คน	

เมฆ 10 ตระกูล จำแนกได้อีกดังต่อไปนี้

3. การจำแนกเมฆ

การจำแนกเมฆ โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ จัดแบ่งเมฆได้ 3 ประเภทดังนี้

3.1 การแบ่งประเภทของเมฆใช้เกณฑ์รูปลักษณะ เมฆทั้ง 10 ตระกูล แต่ละตระกูลมีรูปร่าง ลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน มีทั้งเมฆลักษณะที่แสดงถึงสภาวะอากาศดี หรืออากาศไม่ดี เช่น เมฆที่แผ่ปกคลุมพื้นท้องฟ้าอาจเปลี่ยนไปจนกระทั่งทำให้มืดครึ้ม มีฝนตก หรือเมฆบางชนิดมีรูปร่างลักษณะสูงเป็นก้อนเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีเทาหรือสีดำ อาจมีอาการฟ้าคะนอง เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง หรือฟ้าผ่าได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 *แสดงชื่อตระกูลและลักษณะของเมฆแต่ละตระกูล*

ชื่อตระกูลเมฆ	ลักษณะของเมฆ
1. Cirrus	- มีสีขาวหรือเกือบขาว มีลักษณะเป็นฝอยหรือปุยคล้ายเส้นผมหรือขนหางม้า หรือขนนก เป็นแผ่นบางหรือเป็นแถบเหลือบเป็นมันเงา
2. Cirrocumulus	- มีสีขาวเป็นเมฆก้อนเล็ก ๆ แผ่เป็นแผ่นบางมีลักษณะเป็นละลอก ๆ อยู่ติดกันหรืออาจแยกจากกันเรียงตัวเป็นระเบียบ
3. Cirrostratus	- โปร่งแสงมีลักษณะเหมือนม่านเมฆสีขาวปุยเหมือนเส้นผมหรือเป็นเส้นปกคลุมเต็มท้องฟ้าหรือเพียงบางส่วน มักจะทำให้เกิดวงแสงสีขาวหรือมีสีรอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ (Halo)
4. Altocumulus	- มีสีขาวหรือสีเทาหรือทั้งสองสี เป็นหย่อมเล็ก ๆ เป็นแผ่นหรือเป็นชั้นมีเงาเมฆและมีลักษณะเป็นเกล็ดเป็นก้อนเล็ก ๆ หรือเป็นก้อนม้วนตัวใหญ่ทึบกว่า เมฆเซอโรคิวมูลัส
5. Altostratus	- มีสีเทาอ่อนหรือน้ำเงินอ่อนแผ่เป็นแผ่นหรือเป็นชั้นเรียบ มีลักษณะเป็นเส้นใยละเอียดหรือเป็นปุยมองดูเห็นเป็นร่อง ๆ สม่ำเสมอปกคลุมส่วนใหญ่ของท้องฟ้า บางตอนของเมฆบางแสงอาทิตย์ส่องถึงพื้นดินได้สลัว ๆ
6. Nimbostratus	- มีสีเทาหรือสีดำติดต่อกันเป็นแผ่นดำหนาแผ่กว้างออกไปพอที่จะบังแสงอาทิตย์ได้หมด ฝนตกติดต่อกันลงมาเป็นสาย มักเรียกว่า เมฆฝน
7. Stratocumulus	- มีสีเทาหรือค่อนข้างขาวหรือทั้งเทาและค่อนข้างขาวมีลักษณะเป็นก้อนเล็ก ๆ เรียงตัวเป็นกลุ่มเป็นลอนต่อกันยอดเมฆแบนเรียบและกว้าง
8. Stratus	- มีสีเทาเป็นเมฆแผ่นที่มีฐานค่อนข้างเรียบแผ่ปกคลุมส่วนใหญ่ท้องฟ้า มีฝนละออง
9. Cumulus	- เป็นเมฆก้อนส่วนมากหนามีขอบเห็นชัด ก่อตัวแนวตั้งสูงขึ้นมีลักษณะคล้ายโดมหรือหอคอยยื่นออกไปจากตอนบนของเมฆ รูปร่างเหมือนกระหล่ำดอกส่วนที่แสงอาทิตย์ส่องทะลุได้จะสว่างขาว ฐานของเมฆนี้สีค่อนข้างดำ ถ้าเกิดเป็นหย่อม ๆ หรืออยู่โดดเดี่ยวแสดงถึงอากาศดี

ตารางที่ 5.9 *แสดงชื่อตระกูลและลักษณะของเมฆแต่ละตระกูล (ต่อ)*

ชื่อตระกูลเมฆ	ลักษณะของเมฆ
10. Cumulonimbus	- เป็นเมฆก้อนใหญ่หนาทึบรูปคล้ายภูเขาใหญ่ หรือหอสูงมหึมา ยอดเมฆเป็นแนวเรียบหรือเป็นร่อง ๆ มีลักษณะเป็นฝอยหรือปุยซึ่งเกือบจะแบนราบและแผ่ออกคล้ายรูปทั่งหรือขนนกอันใหญ่ ฐานเมฆต่ำขรุขระ รุ่งริ่งคล้าย ๆ กับชายผ้าขี้ริ้วห้อยลง มีสีดำมืด มีฟ้าแลบ ฟ้าร้อง หรือ บางครั้งมีฟ้าผ่า อาจมีฝนตกหนัก เรียกว่า เมฆพายุฟ้าคะนอง

3.2 การแบ่งเมฆโดยใช้เกณฑ์ความสูงของเมฆ เขาจัดแบ่งเมฆเป็นชั้นสูง ชั้นกลาง ชั้นต่ำและเมฆก่อตัวทางตั้ง แต่ละชั้นของเมฆอาจซ้อนหรือคาบเกี่ยวกันซึ่งขึ้นอยู่กับละติจูด เช่น แถบขั้วโลก เขตอบอุ่น และเขตร้อน ดังแสดงในตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 *แสดงชั้นของเมฆตามเขตละติจูด*

ชั้นของเมฆ (Etages)	แถบขั้วโลก (Polar regions)	เขตอบอุ่น (Temperate regions)	เขตร้อน (Tropical regions)
สูง (High)	3 – 8 กิโลเมตร	5 – 13 กิโลเมตร	6 - 18 กิโลเมตร
กลาง (middle)	2 – 4 กิโลเมตร	2 – 7 กิโลเมตร	2 – 8 กิโลเมตร
ต่ำ (Low)	จากพื้นผิวโลกถึง 2 กิโลเมตร	จากพื้นผิวโลกถึง 2 กิโลเมตร	จากพื้นผิวโลกถึง 2 กิโลเมตร

การแบ่งเมฆโดยใช้เกณฑ์ความสูงของเมฆ เมฆทั้ง 10 ตระกูล เป็นเมฆชั้นสูง เมฆชั้นกลาง เมฆชั้นต่ำและเมฆก่อตัวทางตั้ง แต่ละชั้นของเมฆอาจซ้อนหรือคาบเกี่ยวกันดังนี้คือ

เมฆ 6 ตระกูล จัดอยู่ในชั้นของเมฆดังต่อไปนี้

เมฆ 3 ตระกูลได้แก่ Cirrus, Cirrocumulus และ Cirrostratus จัดอยู่ในชั้นสูง

Altocumulus จัดอยู่ในชั้นกลาง

เมฆ 2 ตระกูล ได้แก่ Stratocumulus และ Stratus จัดอยู่ในเมฆชั้นต่ำ

ส่วนเมฆอีก 4 ตระกูลมีสิ่งที่น่าสังเกตดังต่อไปนี้

Altostratus ปกติจะพบในชั้นกลางแต่มักแผ่ไปถึงระดับสูง

Nimbostratus มักจะพบสม่ำเสมอในชั้นกลางแต่มักจะแผ่ลงมาถึงชั้นต่ำและแผ่ขึ้นไปถึงชั้นสูง

Cumulus และ Cumulonimbus มักจะมีฐานเมฆอยู่ในระดับต่ำแต่ขอบเขตทางดิ่งสูงมาก อาจแผ่ยอดขึ้นไปถึงชั้นกลางและชั้นสูงได้ จึงจัดเมฆทั้งสองตระกูลเป็นเมฆก่อตัวทางตั้ง หรือแนวดิ่ง

อย่างไรก็ตาม เมฆที่ปรากฏในธรรมชาตินั้นไม่ได้ตรงตามที่กำหนดไว้ บางครั้งเกิดเมฆที่มีสมบัติก้ำกึ่ง จึงขึ้นอยู่กับความชำนาญและการตัดสินใจของผู้ตรวจเมฆ

3.3 การแบ่งเมฆโดยใช้เกณฑ์องค์ประกอบของเมฆ ถ้าใช้องค์ประกอบภายในก้อนเมฆเป็นเกณฑ์ จะแบ่งได้เป็นเมฆน้ำ เมฆน้ำแข็งและเมฆผสม ดังแสดงในตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 *แสดงการแบ่งเมฆตามองค์ประกอบภายในก้อนเมฆ*

ชื่อเมฆตามชนิดขององค์ประกอบ	องค์ประกอบภายในเมฆและลักษณะ
1. เมฆน้ำ (Water cloud)	- เป็นอนุภาคน้ำหรือเม็ดน้ำ (water droplets) ทั้งหมด ซึ่งมีทั้งเม็ดน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็งและ/หรือต่ำกว่าจุดเยือกแข็งโดยไม่มีผลึกน้ำแข็งเช่น สเตรตัส
2. เมฆผลึกน้ำแข็งหรือเมฆน้ำแข็ง (Ice crystal cloud or Ice cloud)	- เป็นผลึกน้ำแข็งเกือบหมดหรือทั้งหมด มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เช่น เมฆเซอร์รัส และเมฆเซอโรสเตรตัส
3. เมฆผสม (Mixed cloud)	- เป็นผลึกน้ำแข็งเกือบหมดหรือทั้งหมด มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เช่น เมฆเซอร์รัส และเมฆเซอโรสเตรตัส - มีทั้งอนุภาคน้ำแข็ง (Ice particles) และเม็ดน้ำเย็นจัดอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง(supercooled droplets of water) ผสมปนกันอนุภาคโตขึ้นอย่างรวดเร็วโดยอนุภาคของเม็ดน้ำเกาะจับอยู่บนอนุภาคน้ำแข็ง เมฆผสม ได้แก่ เมฆคิวมูโลนิมบัส เมฆเซอโรคิวมูลัส

ตารางที่ 5.11 *แสดงการแบ่งเมฆตามองค์ประกอบภายในก้อนเมฆ (ต่อ)*

ชื่อเมฆตามชนิดขององค์ประกอบ	องค์ประกอบภายในเมฆและลักษณะ
	อาจเป็นเมฆผสมได้ ส่วนตระกูลที่เป็นเมฆผสมเป็นครั้งคราว ได้แก่ เมฆแอลโตสเตรตัส, แอลโตคิวมูลัส, คิวมูลัส, นิมโบสเตรตัส และสเตรโตคิวมูลัส

เมฆทั้งสี่ชนิดตามตารางนั้น แต่ละชนิดกล่าวรวม ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. เมฆชั้นสูง อยู่ในระดับ 6,000-12,000 เมตรละอองของเมฆเป็นเกล็ดน้ำแข็งเล็กละเอียด มีรูปลักษณะเป็นปุย เป็นฝอย หรือเป็นหางคล้ายขนนก ขนแกะหรือแซ่ม้า

2. เมฆชั้นกลาง อยู่ในระดับ 2,000-6,000 เมตร มีลักษณะเป็นลอน เป็นคลื่นหรือแผ่นปกคลุมเกือบเต็มท้องฟ้า หรือส่วนใหญ่ของท้องฟ้า จะบังแสงอาทิตย์ทำให้มืดครึ้ม

3. เมฆชั้นต่ำ อยู่ในระดับ 700-2,000 เมตร มีลักษณะเป็นก้อนคล้ายภูเขา เป็นแผ่นหนาทึบหรือดำหนา

4. เมฆก่อตัวทางตั้ง ฐานเมฆอาจสูงจากพื้นดินเพียง 500 เมตร แต่ยอดเมฆอาจสูงถึง 12,000 เมตร เป็นเมฆที่ก่อตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ

4. การตรวจเมฆ

เมฆมีความสำคัญทางอุตุนิยมวิทยามาก ดังนั้นในการตรวจเมฆนอกจากตรวจความสูงของฐานเมฆและชนิดของเมฆแล้ว เพื่อประโยชน์ในการพยากรณ์อากาศจะต้องตรวจหาปริมาณของเมฆในท้องฟ้าขณะใด ๆ ด้วย โดยใช้สายตาตรวจ เขาแบ่งท้องฟ้าออกเป็นสี่ส่วน แล้วตรวจดูว่าแต่ละส่วนมีเมฆประมาณเศษส่วนเท่าใดของท้องฟ้า นำมารวมกันทั้งสี่ส่วน แล้วคิดเทียบหาส่วนแปด เนื่องจากหน่วยที่ใช้วัดปริมาณของเมฆคิดเป็น ออคตา (okta) ซึ่งจะมีส่วนที่เกี่ยวกับความหมายที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.12 ดังนี้

ตารางที่ 5.12 *แสดงรหัส ในแผนที่ ปริมาณเมฆและความหมายในการพยากรณ์เมฆ*

สเกล	รหัสในแผนที่	ปริมาณเมฆ	*ความหมายของคำที่ใช้ในการพยากรณ์เมฆและท้องฟ้า*
0	○	1 ออคตา	ท้องฟ้าแจ่มใส ไม่มีเมฆหรือมีน้อยกว่า 1 ออคตา
1	◔		ท้องฟ้าโปร่ง (Fair) มีเมฆตั้งแต่ 1-2 ออคตา
2	◔	2 ออคตา	
3	◑	3 ออคตา	เมฆบางส่วน (Partly cloudy sky) เกินกว่า 2-4 ออคตา
4	◑	4 ออคตา	
5	◕	5 ออคตา	เมฆเป็นส่วนมาก (Cloudy sky) เกินกว่า 4 –6 ออคตา
6	◕	6 ออคตา	
7	●	7 ออคตา	เมฆมาก (Very cloudy sky) เกินกว่า 6-7 ออคตา
8	●	8 ออคตา	เมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast sky) เกินกว่า 7-8 ออคตา
9	⊗	9 ออคตา	ท้องฟ้ามืด (เช่นหมอกปกคลุม ไม่เห็นเมฆในท้องฟ้า)

หยาดน้ำฟ้า

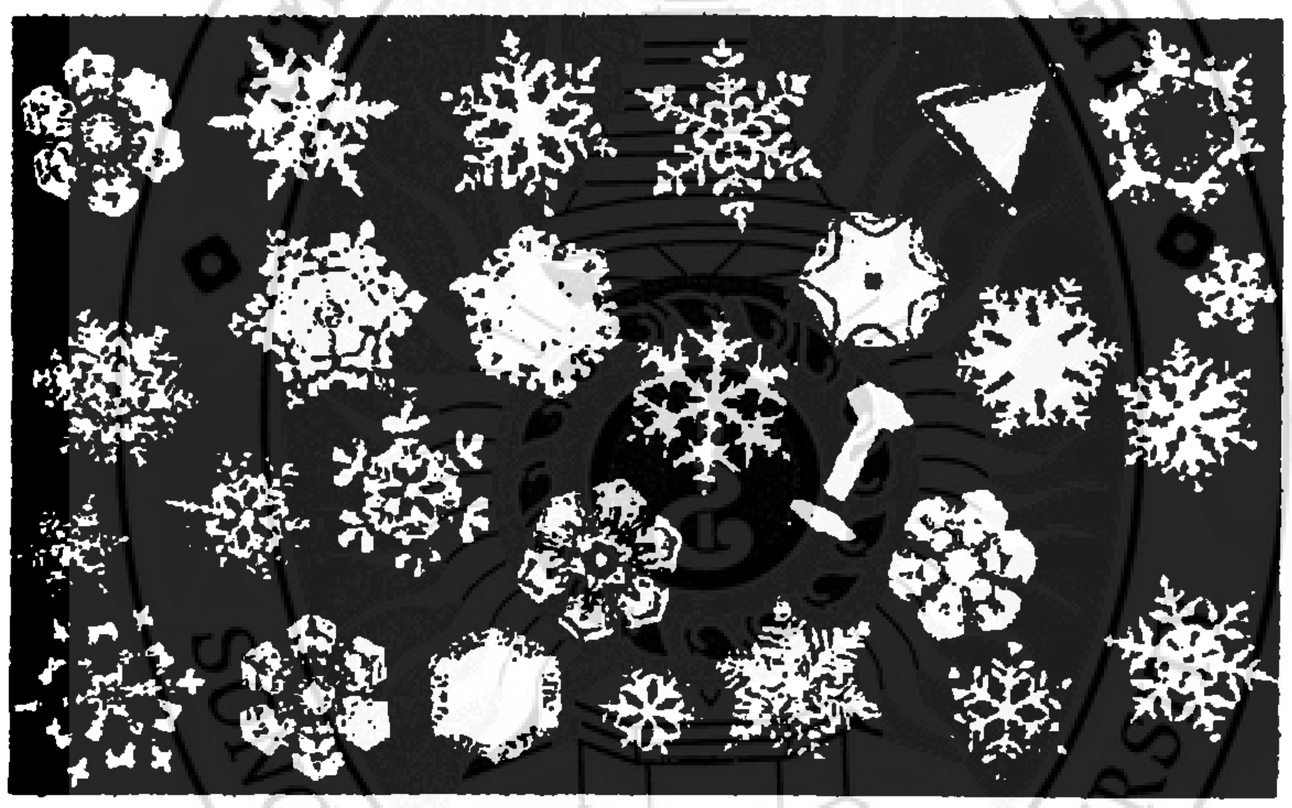
หยาดน้ำฟ้าเป็นสารประกอบอุตุนิยมวิทยาอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทั้งในการศึกษา การเกษตร การคมนาคม การสื่อสาร ตลอดจนความเป็นอยู่ของทุก ๆ คน หยาดน้ำฟ้า (precipitation) เป็นปรากฏการณ์ในบรรยากาศที่เกิดจากเมฆแล้วตกลงสู่พื้นผิวโลกอยู่ในสถานะของเหลว คือ ฝน มีสถานะเป็นของแข็ง ได้แก่ หิมะ และลูกเห็บ สำหรับหิมะจะเกิดในประเทศเขตอบอุ่น ประเทศในเขตร้อน เช่น ประเทศไทยมีเฉพาะฝน และ/หรือลูกเห็บที่ตกลงมาพร้อมกับฝนจากเมฆพายุฟ้าคะนอง ในช่วงที่มีพายุฤดูร้อน ดังนั้นเราควรทราบเรื่องของหยาดน้ำฟ้า ดังต่อไปนี้

1. การเกิดหยาดน้ำฟ้า

หยาดน้ำฟ้าจะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่มีปริมาณไอน้ำมากเพียงพอจนอากาศอิ่มตัวและไอน้ำอาจเริ่มควบแน่นหรือกลั่นเป็นละอองน้ำเกาะรอบฝุ่นละอองในอากาศเป็นเมฆ หรือไอน้ำที่อิ่มตัวบางส่วนจะไม่ควบแน่น แต่เกิดภาวะที่อิ่มตัวยิ่งยวดลอยสูงขึ้นไปจนถึงระดับเยือกแข็ง ไอน้ำที่อิ่มตัวยิ่งยวดก็จะระเหิดกลับเป็นผลึกน้ำแข็งเล็ก ๆ จับตัวกันที่กลายเป็นหิมะหรือกลาย

เป็นลูกเห็บ หยาดน้ำฟ้ามีหลายชนิด เช่น หิมะ ลูกเห็บ และฝน เรามาสังเกตการเกิดหยาดน้ำฟ้าแต่ละชนิดดังต่อไปนี้

1.1 หิมะ (snow) เกิดขึ้นในเมฆที่มีองค์ประกอบเป็นผลึกน้ำแข็งและมีหยดน้ำเย็นยิ่งยวด หิมะเกิดขึ้นได้โดยที่ไอน้ำระเหยจากหยดน้ำเย็นยิ่งยวดไปจับเกาะรอบผลึกน้ำแข็งจนหมด แล้วแข็งตัวรวมอยู่ด้วยกัน ทำให้ผลึกน้ำแข็งโตขึ้น ๆ หิมะจะโตขึ้นตลอดเวลาที่กระแสอากาศยกตัวสูงขึ้น จนกระทั่งภายในเมฆพยุงไว้ไม่ไหว หิมะจะตกลงมา ถ้าดูหิมะด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นเป็นผลึกรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าเกาะกันอยู่เป็นจำนวนมาก มีรูปร่างต่างกัน ดังภาพที่ 5.5



ภาพที่ 5.5 ผลึกหิมะ

1.2 ลูกเห็บ (hail) เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส เนื่องจากกระแสอากาศยกตัวขึ้นอย่างเร็วและแรง จนถึงระดับเยือกแข็ง แล้วไอน้ำที่เย็นยวดยิ่งจะเริ่มระเหิดกลับเป็นน้ำแข็งเกาะรอบฝุ่นที่เป็นแกนการกลั่นตัว กลายเป็นผลึกน้ำแข็งสีขาวขุ่น และกระแสอากาศคงยกตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ละอองน้ำที่เย็นยิ่งยวดหุ้มรอบ ๆ ผลึกน้ำแข็งขาวใสเป็นชั้น ๆ โตออกมาคล้ายชั้นของหัวหอม ลูกเห็บจึงมีลักษณะภายนอกขาวใส แต่ภายในขาวขุ่น ลูกเห็บอาจมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.2 นิ้วถึง 5 นิ้ว ถ้าเป็นก้อนขนาดใหญ่มาก เรียกว่า hailstone

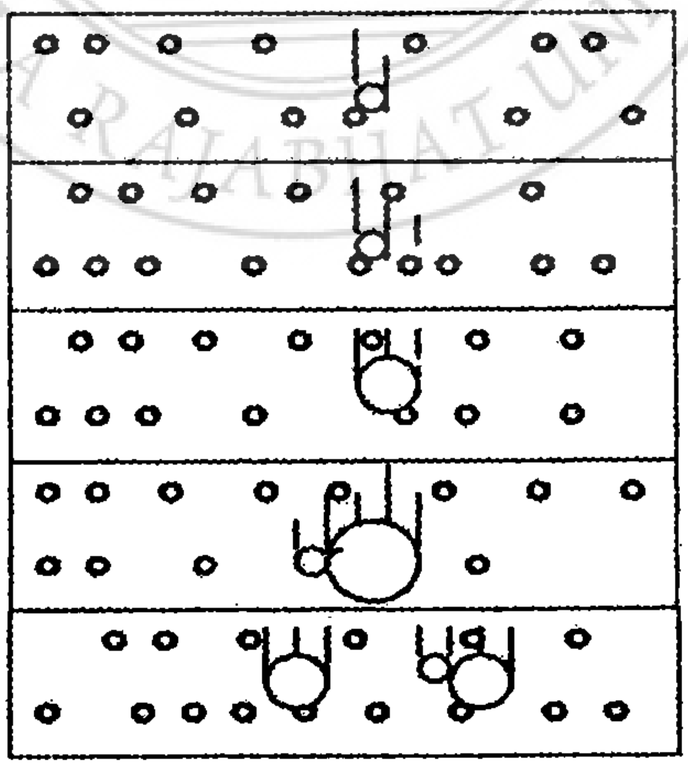
1.3 ฝน (rain) ฝนเป็นหยาดน้ำฟ้าที่สำคัญถ้าปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ จะเกิดภาวะฝนแล้ง แต่ถ้าปริมาณน้ำฝนมากเกินไป ไหลระบายไม่ทัน จะเกิดภาวะน้ำท่วม น้ำท่วม

เฉียบพลันได้

ฝนเกิดจากเมฆหลายชนิด เนื่องจากหยดน้ำภายในเมฆมีมากเกินแรงพยุง จึงตกลงสู่พื้นผิวโลกได้ ถ้าเป็นฝนที่เกิดจากเมฆแผ่น เช่น นิมโบสเตรตัส ฝนจะตกต่อเนื่องเป็นบริเวณกว้าง ส่วนฝนที่เกิดจากเมฆก้อน เช่น เมฆคิวมูโลนิมบัสเป็นฝนที่ตกหนักครู่ใหญ่ เรียกว่า ฝนซู่ (showers) อาจมีลูกเห็บตกลงมาด้วย

สำหรับปริมาณหยดน้ำในเมฆนั้น เมฆส่วนใหญ่มีปริมาณหยดน้ำน้อยกว่า 1 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ยกเว้นเมฆคิวมูโลนิมบัสและเมฆคิวมูลัสขนาดใหญ่เท่านั้น ที่มีปริมาณหยดน้ำ 0.05 ถึง 0.5 กรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งมีน้อยกว่าเมฆก้อน และหยดน้ำเหล่านี้มีรัศมีโดยเฉลี่ยประมาณ 0.01มิลลิเมตร แต่เม็ดฝนที่จะตกลงมาได้จะต้องมีขนาดตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตรขึ้นไปจนถึงขนาด 0.5 มิลลิเมตร การที่หยดน้ำขนาดเล็กโตเป็นเม็ดฝนนั้นลำพังการกลั่นตัวอย่างเดียวไม่เพียงพอ เพราะว่าจากทฤษฎีการโตของหยดน้ำ พบว่า อัตราการโตของหยดน้ำเป็นส่วนกลับกับขนาดรัศมีของหยดน้ำ ดังนั้นหยดน้ำที่มีขนาดเล็กจึงโตเร็วกว่าหยดน้ำที่มีขนาดใหญ่ และหยดน้ำเมื่อโตขึ้น อัตราการโตโดยวิธีการกลั่นตัวจะช้าลง จากการคำนวณพบว่า ถ้าจะให้หยดน้ำโตขึ้น จนมีขนาด 0.04 มิลลิเมตร จะต้องใช้เวลามากกว่า 10 ชั่วโมง แต่ตามปกติแล้วฝนจะตกหลังจากที่มีเมฆเกิดขึ้น 20 – 30 นาที หรือไม่เกิน 1 ชั่วโมง ดังนั้นหยดน้ำที่จะโตเป็นเม็ดฝนได้จะต้องอาศัยวิธีอื่น ได้มีผู้อธิบายกระบวนการเกิดฝน ซึ่งมี 2 กระบวนการ คือ กระบวนการชนกันและรวมตัวกัน (collision and co-alesence process) กับกระบวนการเบอร์เจอรอน (Bergeron process) กระบวนการทั้ง 2 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

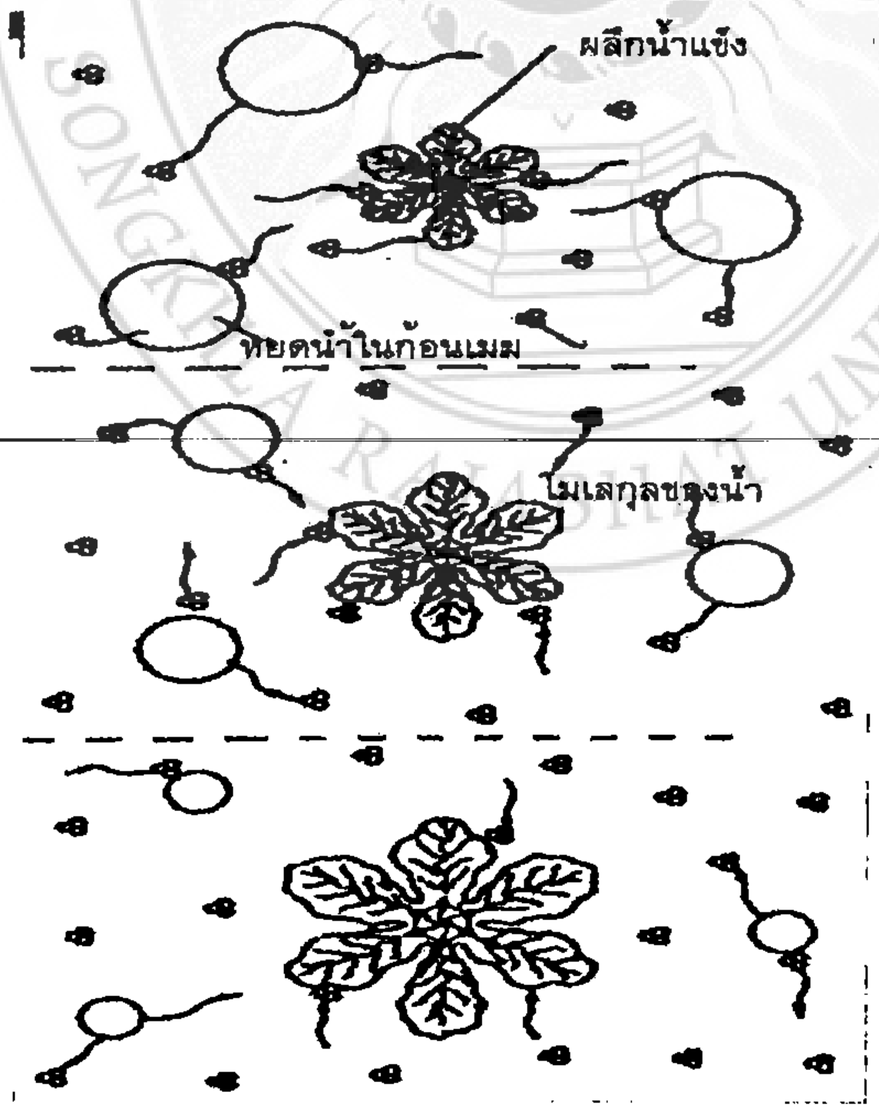
1.3.1 กระบวนการชนกันและรวมตัวกัน หมายถึง การที่หยดน้ำที่มีขนาด



ภาพที่ 5.6 *กระบวนการชนกันและรวมตัวกัน*

ใหญ่มีความเร็วสูงกว่าหยดน้ำที่มีขนาดเล็ก เมื่อทันกันกับหยดเล็กจะดึงหยดเล็กมารวมใหญ่ขึ้น ดังภาพที่ 5.4 นั่นคือ อัตราการโตของหยดน้ำโดยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วสัมพัทธ์ของหยดน้ำทั้ง 2 ที่ตกลงมา คือ ถ้าหยดใหญ่ตกเร็วกว่าหยดเล็กมาก อัตราการโตจะโตเร็ว และขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการรวมตัวของมัน กล่าวคือถ้าหยดน้ำที่มีขนาดต่างกันมีประสิทธิภาพในการรวมตัวได้ดีกว่าหยดน้ำที่มีขนาดเท่า ๆ กัน หรือขนาดใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังต้องอาศัยปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) ซึ่งจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า ถ้าอากาศที่ลอยตัวขึ้นในเมฆมีความเร็วมากกว่า 3 หรือ 4 เมตรต่อวินาทีแล้ว หยดน้ำที่มีขนาด 5 มิลลิเมตรจะแบนและแตกออก เป็นหยดเล็ก ๆ มากมาย มีขนาด 0.02 มิลลิเมตรหรือใหญ่กว่าปนอยู่ด้วย หยดน้ำเหล่านี้จะโตต่อไปโดยวิธีการรวมตัวกับเม็ดเล็ก ๆ จนโต มีขนาด 5 มิลลิเมตร ก็จะแตกอีกเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ไปเรื่อย ๆ จากการคำนวณพบว่าภายหลังจากที่เมฆก่อตัวเพียง 20 – 30 นาที เมฆจะให้ฝนตกลงมาได้ กระบวนการนี้เกิดต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว จนได้หยดฝนจำนวนมากตกลงมาจากฐานเมฆสู่พื้นดิน ลักษณะดังกล่าวเกิดจากเมฆในเขตร้อนที่เมฆมีอุณหภูมิสูงกว่า $0^{\circ}C$

1.3.2 กระบวนการเบอร์เจอรอน ดังภาพที่ 5.7 เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในเขตอบอุ่นและเขตหนาว เกิดจากเมฆเย็นซึ่งประกอบด้วย ผลึกน้ำแข็ง หยดน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า $-40^{\circ}C$ เรียกว่าหยดน้ำเย็นยิ่งยวด (supercool droplet) ซึ่งรวมตัวกับผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กให้ใหญ่ขึ้น



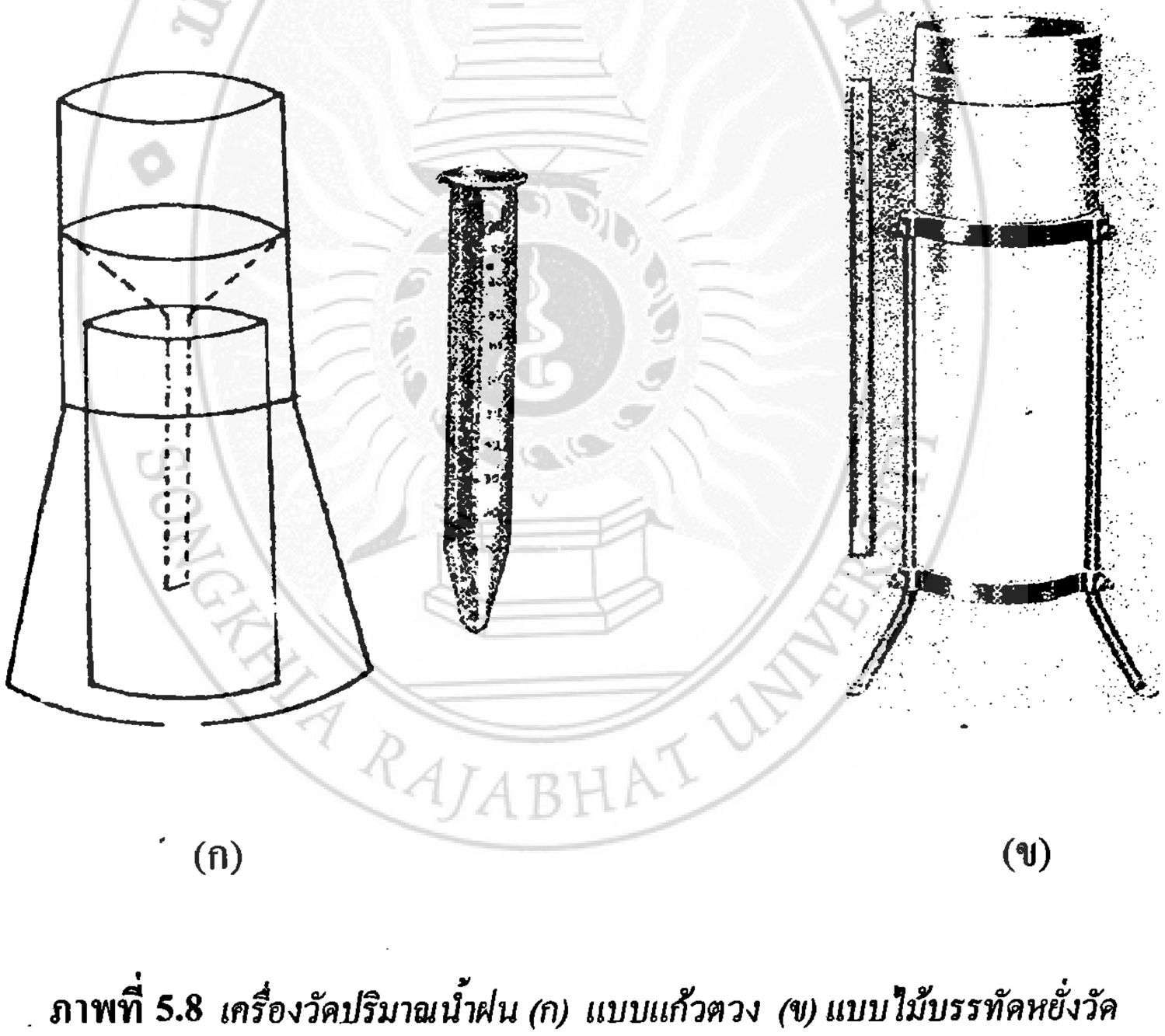
ภาพที่ 5.7 กระบวนการเบอร์เจอรอน

เนื่องจากความกดไอน้ำอิ่มตัวในน้ำแข็งมีค่าน้อยกว่าน้ำ อากาศจึงมีการอิ่มตัวยิ่งขึ้นในน้ำแข็ง ไอน้ำดังกล่าวจะควบแน่นเป็นหยดน้ำเกาะรอบผลึกน้ำแข็งทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนโตเกินแรงพยุงก็ตกจากฐานเมฆเป็นหิมะ ถ้าอุณหภูมิของอากาศสูงกว่า $0^{\circ}C$ ก็ตกเป็นฝน

2. เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน

ทางอุตุนิยมวิทยาวัดปริมาณน้ำฝนเป็นความลึกหรือความหนาของน้ำฝนบนพื้นระดับเรียบ โดยสมมติเอาว่า น้ำฝนไม่มีการระเหยหรือซึมออกไป สำหรับประเทศไทยวัดปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตร (สมัยโบราณวัดปริมาณน้ำฝนเป็นห่า คือ ฝน 1 ห่า เท่ากับปริมาณฝน 1 บาตรพระสงฆ์ หรือเท่ากับ 400 มิลลิเมตร)

เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนเรียก เรนเกจ (rain gauge) มี 2 แบบดังภาพที่ 5.8 ก และ ข



(ก) (ข)

ภาพที่ 5.8 *เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน (ก) แบบแก้วตวง (ข) แบบไม้บรรทัดหยั่งวัด*

ภาพที่ 5.8 (ก) คือ เครื่องมือวัดปริมาณฝนแบบแก้วตวง ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลม ทำด้วยเหล็กเคลือบหรือทำด้วยทองแดงเป็นสนิมยาก ตอนบนเป็นปากรับน้ำฝน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ปากทรงกระบอกหนา เพื่อกันการบิดเบี้ยวเสียรูปทรง ใต้ปากถังลงมามีกรวยรับน้ำฝนให้ไหลไปสู่ที่รองรับ คือ ทรงกระบอกอันใน เมื่อฝนตกและต้องการ

จะวัดปริมาณน้ำฝน ให้ผู้ที่จะทำการวัดเปิดปากถัง ยกทรงกระบอกอันในเทน้ำฝนลงในกระบอกตวงที่ทำด้วยแก้ว ซึ่งเลือกขนาดเฉพาะกับขนาดของปากถัง (ปากถังมีขนาด 8 นิ้ว 6 นิ้ว และ 5 นิ้ว)

ภาพที่ 5.8 (ข) เป็นเครื่องมือแบบไม้บรรทัดหยั่งวัด แบบนี้เหมือนแบบแก้วตวงแต่ทรงกระบอกอันในมีขนาด $\frac{1}{10}$ ของกระบอกชั้นนอก ในการวัดไม่ต้องเปิดฝาถังออก เพียงแต่ใช้ไม้บรรทัดที่ทำไว้เป็นการเฉพาะหยั่งลงไป แล้วยกขึ้นมา มีน้ำเปียกไม้บรรทัดที่จุดใดก็อ่านได้ ส่วนมากอ่านเป็นนิ้ว เครื่องแบบนี้ใช้กันในสหรัฐอเมริกาและฟิลิปปินส์

นอกจากเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน ก็มีเครื่องแบบไซฟอนซึ่งบันทึกได้ 4 แบบคือ

1. แบบไซฟอน (natural siphon gauge or float type)
2. แบบคันชั่ง (tilting bucket)
3. แบบชั่งน้ำหนัก (weighing type)
4. แบบวัดความแรงของฝน (rate of rain fall recorder)

3. การพยากรณ์ฝน

ทางด้านอุตุนิยมวิทยาบอกเกณฑ์การกระจายของฝนที่ฝนตก เป็นเปอร์เซนต์ของพื้นที่ และการพยากรณ์ลักษณะฝน ดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 *แสดงเขตฝนตกเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่กับการพยากรณ์ลักษณะที่ฝนตก*

พื้นที่ที่ฝนตก เปอร์เซ็นต์ (%)	การพยากรณ์ลักษณะฝน
ฝนตกน้อยกว่า 20%	ฝนบางพื้นที่
ฝนตกตั้งแต่ 20% ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่	ฝนกระจายบางพื้นที่
ฝนตกตั้งแต่ 40% ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 60% ของพื้นที่	ฝนกระจาย
ฝนตกตั้งแต่ 60% ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 80% ของพื้นที่	ฝนเกือบทั่วไป
ฝนตกตั้งแต่ 80% ของพื้นที่ขึ้นไป	ฝนทั่วไป

ปริมาณฝนที่ตกลงมา เมื่อมีการวัดไว้แล้ว ต้องเอาข้อมูลนี้มาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนด้วย ดังตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 *แสดงปริมาณฝนที่วัดได้และการพยากรณ์*

ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	การพยากรณ์
< 0.1	ฝนตกเล็กน้อยวัดจำนวนไม่ได้
0.1 – 10.0	ฝนตกเล็กน้อย
10.1 – 35.0	ฝนตกปานกลาง
35.1 – 90.0	ฝนตกหนัก
> 90.0	ฝนตกหนักมาก

บทสรุป

ความชื้น คือไอน้ำในอากาศมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ เขาบอกค่าความชื้นในรูปของ ความกดไอน้ำ ความชื้นแท้ ความชื้นสัมพัทธ์ จุดน้ำค้าง ความชื้นจำเพาะ และอัตราส่วนผสม และมีเครื่องมือวัดความชื้น คือ ไฮโกรมิเตอร์หลายชนิด เช่น ไฮโกรมิเตอร์เคมี ไฮโกรมิเตอร์เส้นผม ไฮโกรกราฟ และ ไซโครมิเตอร์

ความชื้นทำให้เกิดเมฆได้หลายชนิด คือ ขณะที่กระแสอากาศเคลื่อนที่แนวดิ่ง ความชื้นในอากาศที่อิ่มตัวควบแน่นเป็นหยดน้ำเกาะรอบฝุ่น ลอยอยู่ในที่สูงเป็นเมฆแผ่น และเมฆก้อน รวม 10 ตระกูล ภายในเมฆมีองค์ประกอบที่ทำให้เกิด เมฆน้ำ เมฆน้ำแข็ง และ เมฆผสม บอกจำนวนเมฆในท้องฟ้าเป็นออคตา เมฆที่มีหยดน้ำมากเกินแรงพยุง หยดน้ำจะตกจากฐานเมฆเป็นฝน อาจมีลูกเห็บตกลงมาด้วย วัดปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวันได้โดยใช้เรนเกจ

คำถามท้ายบท

1. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้

ความชื้นสัมบูรณ์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นจำเพาะ จุดน้ำค้าง

2. อากาศในห้องแห่งหนึ่งมีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ 80% อยากทราบว่าขณะนั้นอากาศในห้องมีปริมาณไอน้ำอยู่จริง กี่กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ถ้ามวลของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่า 30.5 กรัม ต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าห้องมีขนาดกว้าง

4 เมตร ยาว 5 เมตร สูง 3 เมตร จงหาปริมาณมวลของไอน้ำในห้องนี้

3. ความชื้น แกนการกลั่นตัว และ การพาความร้อนแนวดิ่ง เป็นสิ่งจำเป็นในการเกิดเมฆอย่างไร

4. อัตราการลดอุณหภูมิ แบบอะเดียเบติคชื้น ประมาณ 6.5 องศาเซลเซียส ต่อกิโลเมตร หมายความว่าอย่างไร อยากทราบว่าที่หน้าผาซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 3.5 เมตร อากาศจะมีอุณหภูมิเท่าไร ถ้าอุณหภูมิ ณ ระดับน้ำทะเลในเวลานั้นเป็น 35 องศาเซลเซียส

5. บอกลักษณะของเมฆต่อไปนี้

เมฆฝอย เมฆแผ่น เมฆก้อน เมฆฝน

6. จงเปรียบเทียบเมฆนิมโบสเตรตัส กับเมฆ คิวมูโลนิมบัส ทั้งในกรณีที่เหมือนและต่างกัน

7. ลูกเห็บมีลักษณะอย่างไร เกิดจากเมฆชนิดใด

8. บอกองค์ประกอบภายในของเมฆน้ำ เมฆน้ำแข็ง และ เมฆผสม

9. อธิบายการเกิดฝนที่อาศัยกระบวนการชนกัน และ รวมตัวกัน

10. อธิบายการเกิดฝนที่อาศัยกระบวนการเบอร์เจอรอน

11. อธิบายความหมายของฝนแล้ง น้ำท่วมเฉียบพลัน

12. เครื่องมือต่อไปนี้ใช้สำหรับวัด ค่าของอะไร

ไฮโกรมิเตอร์ ไฮโกรกราฟ เทอร์โมไฮโกรกราฟ เทอร์โมบารอไฮโกรกราฟ และ เรนเกจ