



CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU (Đại cương về BĐKH) Phần I

Phan Van Tan

phanvantan@hus.edu.vn

B7: Các quá trình giáng thủy



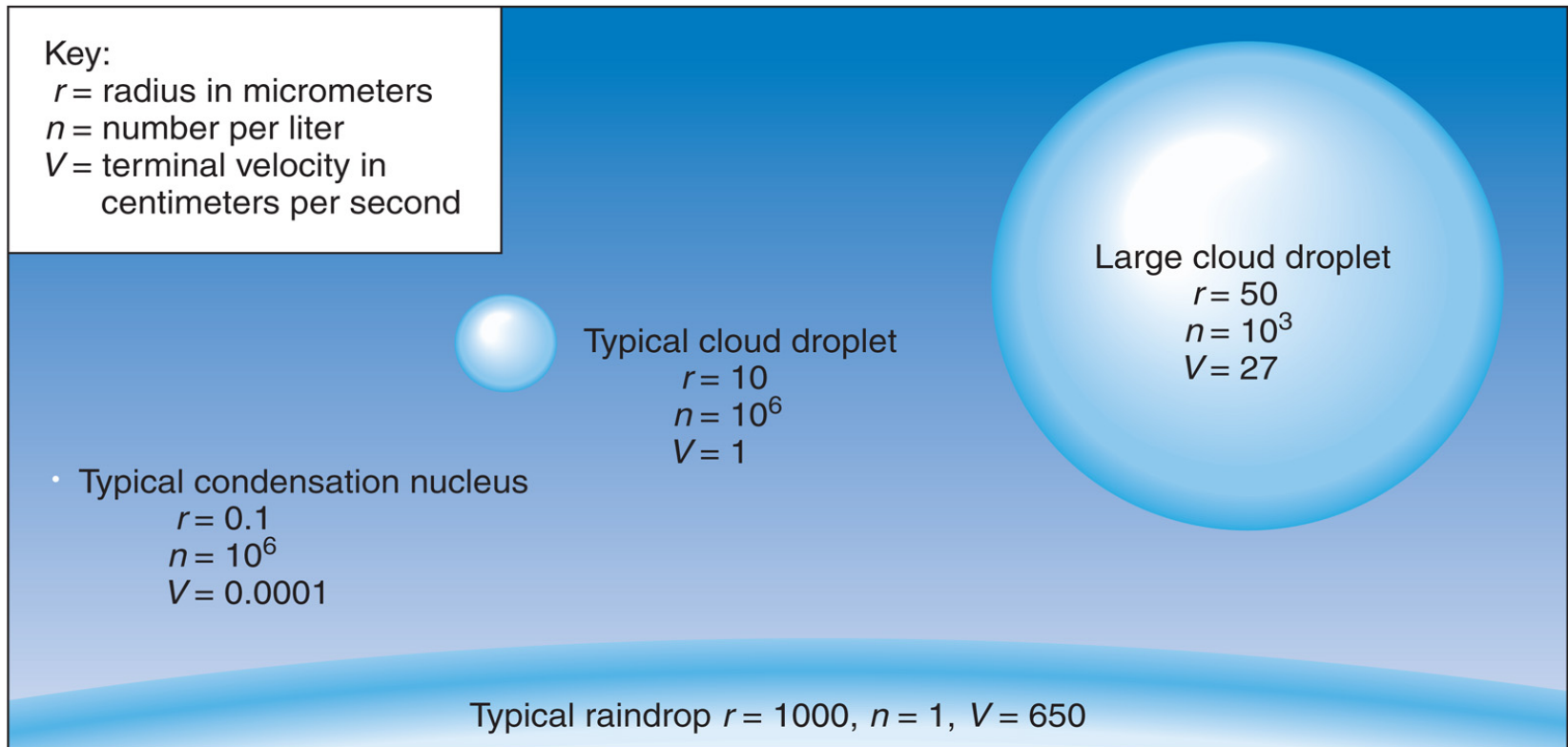
© 2010 Pearson Education, Inc.



© 2010 Pearson Education, Inc.

Mây và giáng thủy

- ☼ Mây bao gồm các giọt nước nhỏ li ti tụ lại trên các hạt nhân ngưng kết



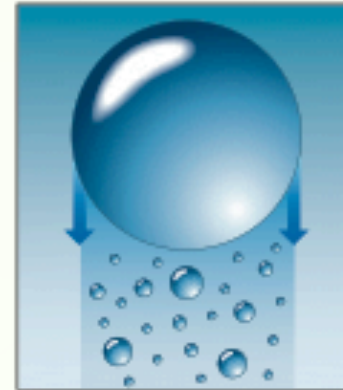
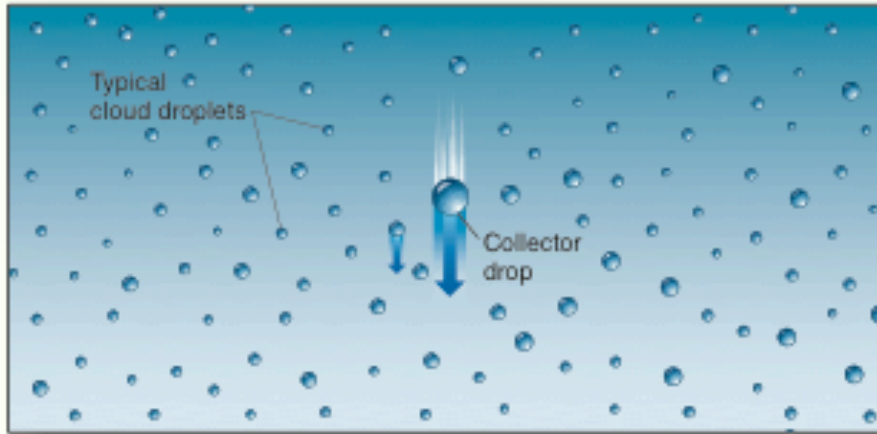
Mây và giáng thủy

- ❁ Tốc độ rơi của giọt mây là quá thấp để tạo thành giáng thủy
 - ❁ Để mây có thể tạo thành giáng thủy thì các hạt mây cần phải lớn hơn
- ❁ Sự ngưng kết chỉ có hiệu quả khi bán kính nhân ngưng kết khoảng 0.02 mm
 - ❁ Quá nhiều hạt, độ ẩm quá thấp
- ❁ Vì vậy, để tạo thành giáng thủy cần có cơ chế khác
- ❁ Cơ chế này phụ thuộc vào dạng/loại mây:
 - 1) Mây ấm (Nói chung $> 0^{\circ}\text{C}$)
 - 2) Mây mát và lạnh (Ít nhất một phần có nhiệt độ dưới 0°C)

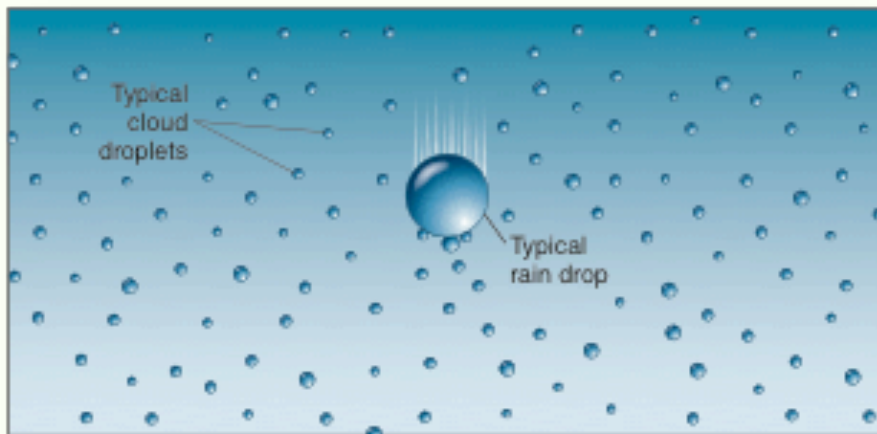
Giáng thủy trong mây ẩm

- ❁ Mây ẩm: Mây chỉ có nước lỏng với nhiệt độ trên 0°C
- ❁ Hai quá trình tạo ra giáng thủy mây ẩm:
 1. Sự va chạm
 2. Sự kết dính với nhau
- ❁ Sự va chạm trong mây ẩm
 - ❁ Va chạm: Các hạt mây va chạm với những hạt khác
 - ❁ Hiệu quả va chạm phụ thuộc vào kích thước tương đối của hạt va chạm và hạt bị va chạm
 - ❁ Hiệu quả thấp đối với những hạt rất nhỏ
 - ❁ Hiệu quả thấp đối với những hạt cùng kích cỡ
 - ❁ Hiệu quả cao đối với những hạt có kích thước tương đối lớn va chạm vào những hạt nhỏ hơn hoặc ngược lại

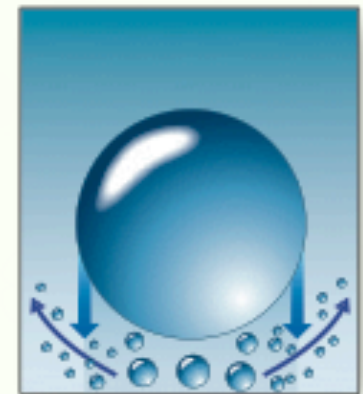
Sự va chạm trong mây ẩm



(a) Collector drop falls faster than drops below and compresses the air beneath



(b) Air below collector drop compressed



(c) Small droplets swept aside.

◀ **FIGURE 7-3 Air Compaction.** As a collector drop falls (a), it compresses the air beneath it (b). This causes a pressure gradient to develop that pushes very small droplets out of its path (c). The small droplets get swept aside and avoid impact.

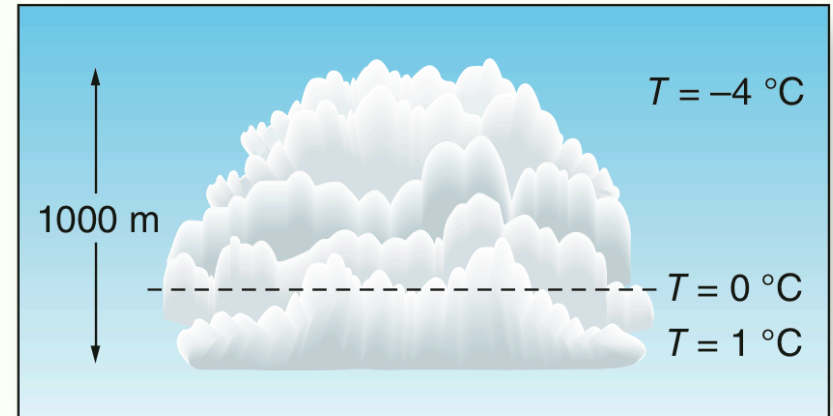
- ❁ Sự kết dính: Các hạt mây kết dính với nhau
- ❁ Hiệu quả kết dính được giả định là gần 100% (tất cả các hạt dính với nhau nếu chúng va chạm nhau)

Giáng thủy trong mây mát và mây lạnh

- ❁ Mây lạnh: Toàn bộ mây có nhiệt độ dưới 0°C , có thể chứa nước siêu lạnh, băng hoặc cả hai
- ❁ Mây mát: Mây có các bộ phận khác nhau với nhiệt độ trên 0°C và dưới 0°C



(a)



(b)

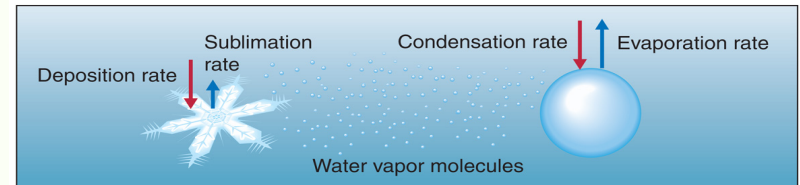
- ❁ (a) Các đám mây có nhiệt độ dưới 0°C từ chân đến đỉnh được gọi là các đám mây lạnh. (b) Các đám có nhiệt độ trên 0°C ở các phần thấp hơn và nhiệt độ dưới điểm băng ở trên gọi là mây mát

Giáng thủy trong mây mát và mây lạnh

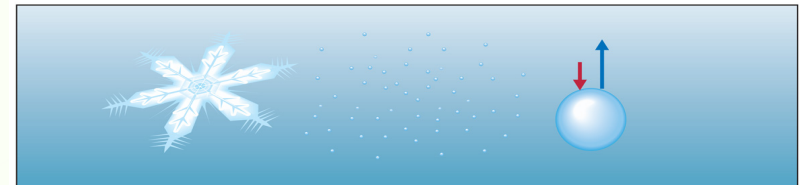
- ❁ Giáng thủy trong những đám mây mát và lạnh phụ thuộc vào hỗn hợp nước và băng siêu lạnh
- ❁ Chú ý quan trọng:
 - ❁ Áp suất hơi nước bão hoà_{băng} nhỏ hơn áp suất hơi nước bão hoà_{nước}
- ❁ Cơ chế chuyển pha từ hơi nước thành các giọt nước siêu lạnh và băng để hình thành giáng thủy gọi là **Quá trình Bergeron**
- ❁ Đối với không khí có cả nước và băng siêu lạnh
 - ❁ Lượng hơi nước cân bằng với lượng nước (đã bão hòa)
 - ❁ Lượng hơi nước không cân bằng với lượng băng (siêu bão hòa)
 - ❁ Hơi nước đọng trên băng làm giảm lượng hơi nước, gây bốc hơi của nước
 - ❁ Quá trình đó cứ tiếp diễn làm băng lớn lên và nước biến mất

Giáng thủy trong mây mát và mây lạnh

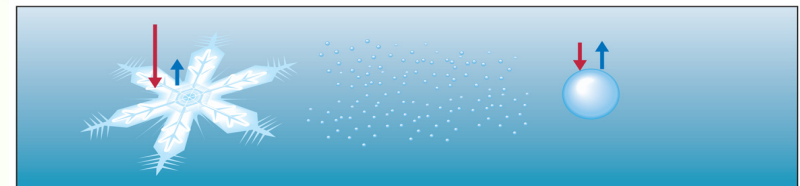
- ❁ Một khi quá trình Bergeron diễn ra, băng trở nên đủ lớn để rơi, và 2 quá trình bổ sung xảy ra:
 - ❁ Tạo viên: Băng va chạm với nước siêu lạnh làm nước đóng băng khi tiếp xúc
 - ❁ Kết hợp: Các tinh thể băng va chạm nhau và kết dính với nhau
- ❁ Minh họa quá trình Bergeron:



(a)



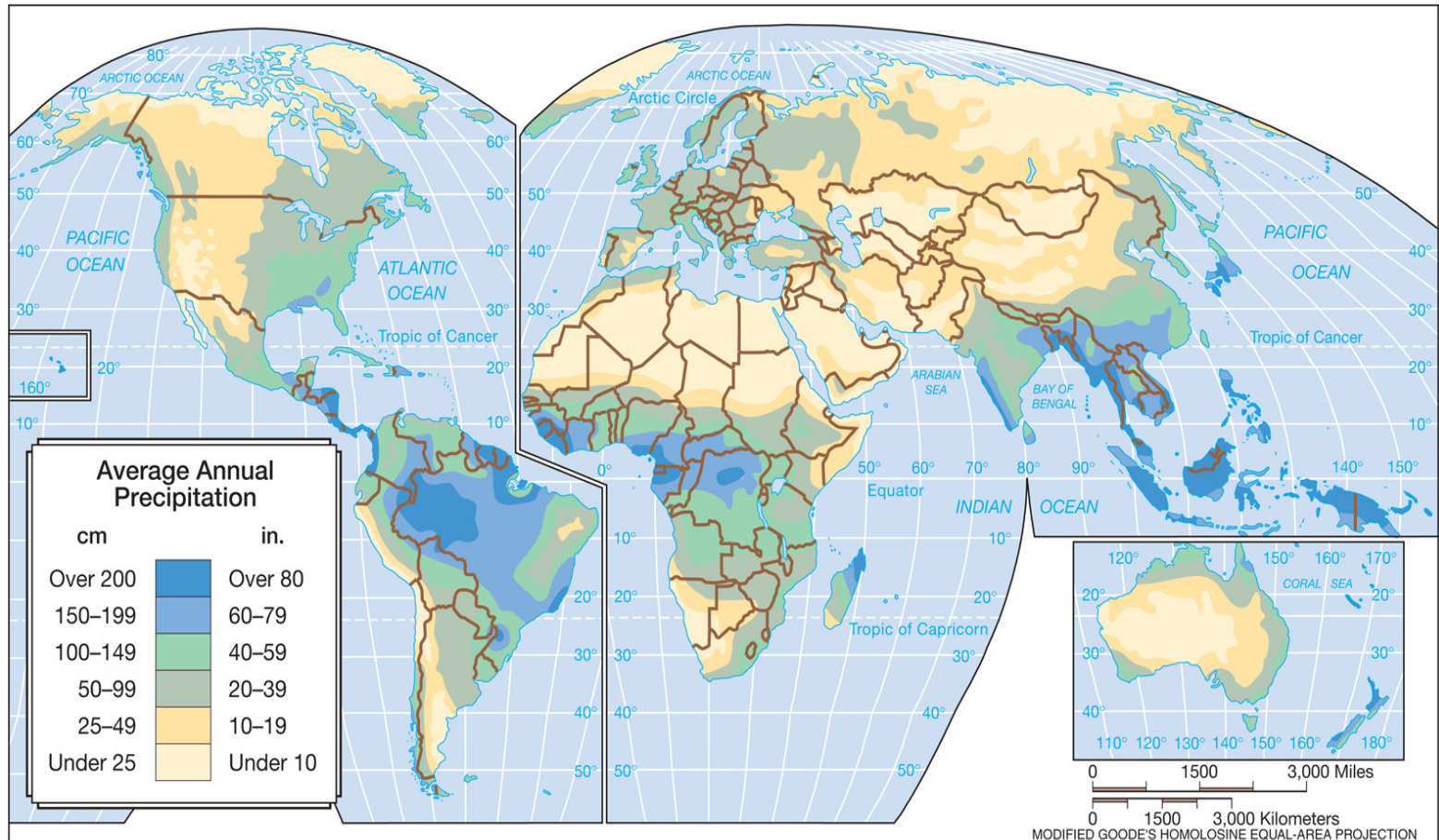
(b)



(c)

Phân bố giáng thủy toàn cầu

- ❁ Lượng giáng thủy trung bình năm: 0.98552 m/năm (38.8 in/năm), ~ 1m/năm



Các dạng giáng thủy

❁ Phụ thuộc vào phân bố thẳng đứng của nhiệt độ, có thể có các dạng giáng thủy sau:

❁ Tuyết

❁ Mưa (nước lỏng)

❁ Mưa băng và mưa đá

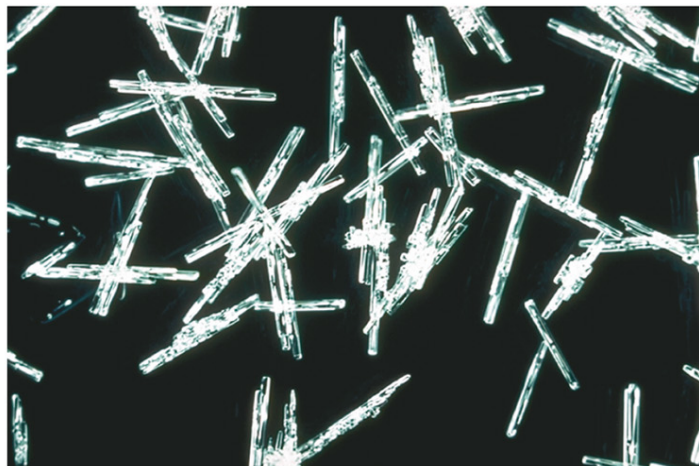
❁ Giáng thủy tuyết lẫn băng

❁ Mưa lạnh (Freezing rain)

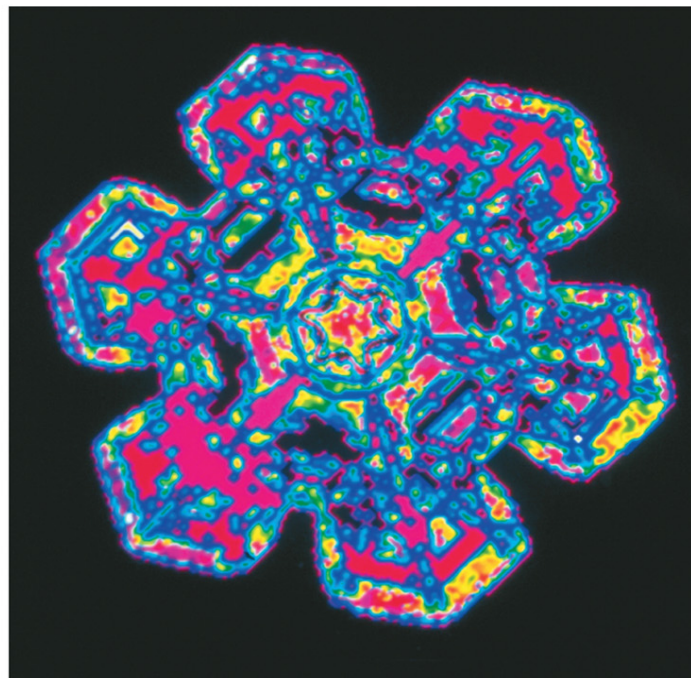
Tuyết



(a)



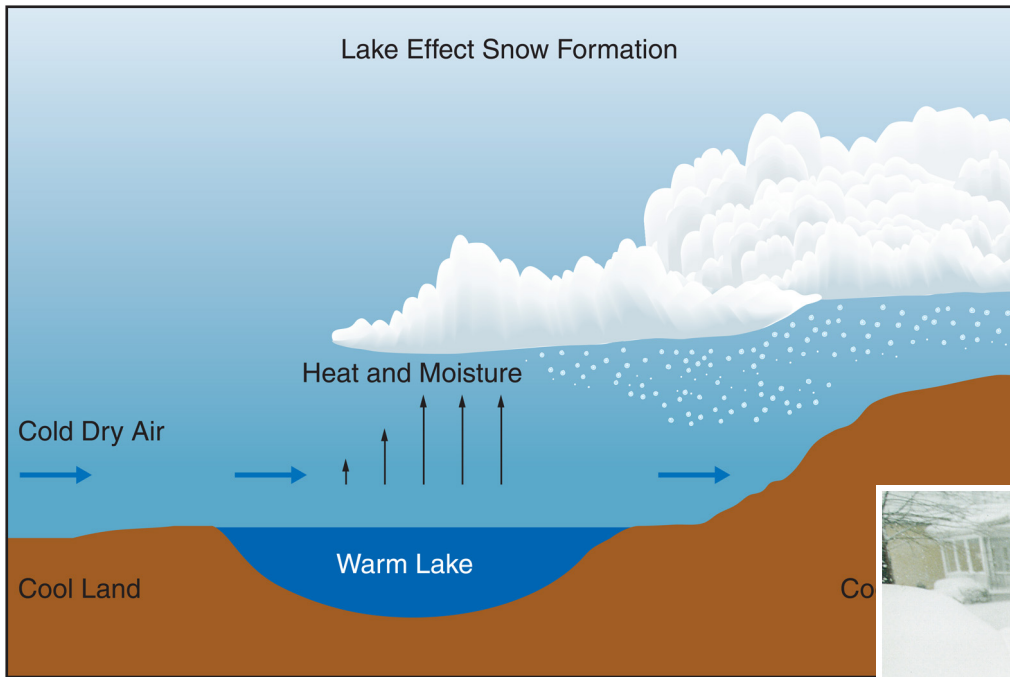
(c)



(b)

- ❁ Tuyết xuất hiện từ quá trình Bergeron, tạo viên và kết hợp (riming, and aggregation)
- ❁ Bản chất của bông tuyết phụ thuộc vào nhiệt độ và hàm lượng ẩm

Tuyết do ảnh hưởng của hồ



© 2010 Pearson Education, Inc.

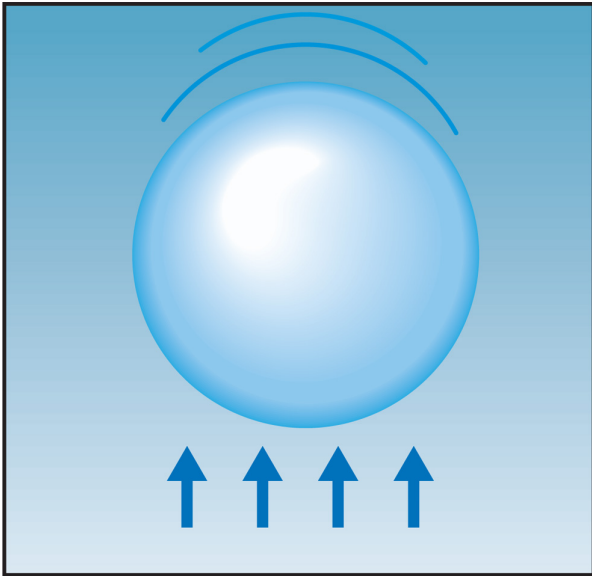


© 2010 Pearson Education, Inc.

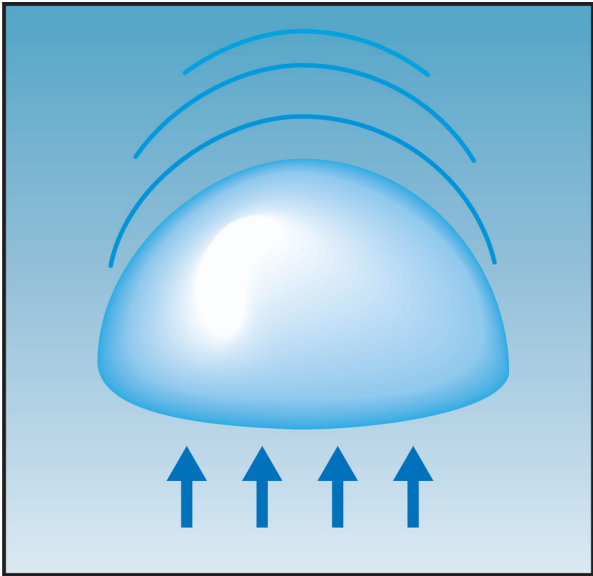
Mưa

- ❁ Bản chất của sự hình thành mưa thường phụ thuộc vào địa phương
 - ❁ Các vùng nhiệt đới: Mây âm – mưa hình thành do ngưng kết, va chạm và kết dính
 - ❁ Vĩ độ trung bình: Mây lạnh – mưa hình thành dưới dạng tuyết sau đó tan chảy
- ❁ Mưa cũng được phân loại theo thời gian kéo dài
 - ❁ Mưa kéo dài ổn định (mưa dầm)(stratiform): Mưa kéo dài nhiều giờ
 - ❁ Mưa rào (cumuliform): Mưa trong thời gian ngắn (hàng phút, dưới 1 giờ)

Hình dạng hạt mưa



(a)



(b)



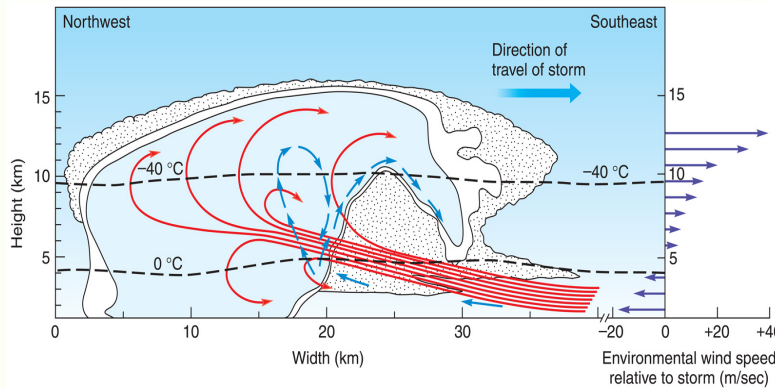
(c)



(d)

Mưa băng và mưa đá

- ❁ Mưa băng (Graupel): Tinh thể băng tinh thể băng trải qua quá trình tạo viên khi va chạm với nước siêu lạnh
- ❁ Mưa đá (Hail): Các tinh thể băng được tạo viên liên tục do lặp lại quá trình chuyển động lên xuống trong cơn dông



© 2010 Pearson Education, Inc.



© 2010 Pearson Education, Inc.

TABLE 7-1 Terminal Velocities of Hailstones

$$v_t = \sqrt{\frac{1}{3} \rho / k \sqrt{r}} = 20 \sqrt{r} \quad (r \text{ in cm, } v_t \text{ in m/sec})$$

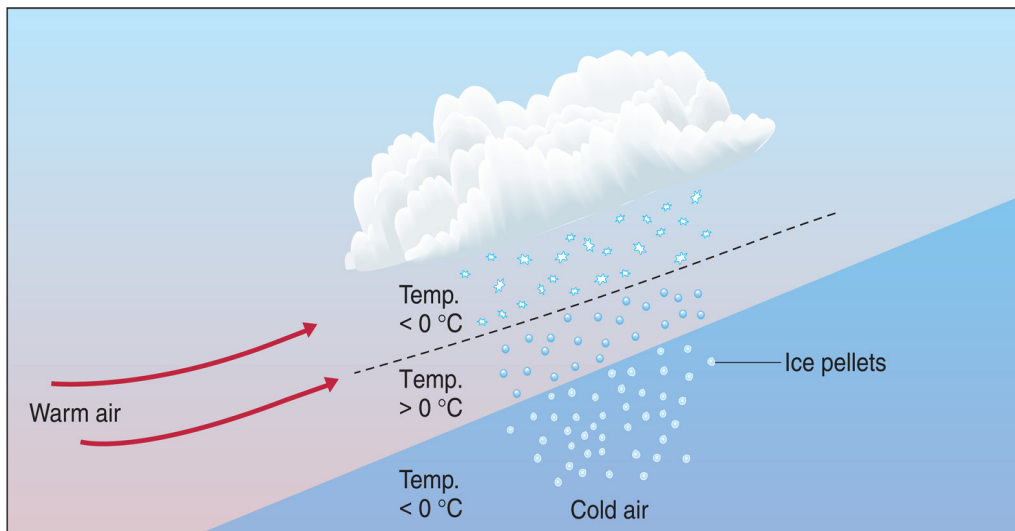
Radius (cm)	Terminal Velocity (Meters Per Second)
0.1	6 (13 mph)
1.0	20 (44 mph)
2.0	28 (62 mph)
3.0	35 (77 mph)

© 2010 Pearson Education, Inc.

Hạt mưa đá kỷ lục đo được=17cm

Mưa lạnh và tuyết lẫn băng

- ❁ Mưa lạnh/mưa đông kết (Freezing rain): Nước mưa siêu lạnh đóng băng lại khi tiếp xúc với bề mặt
- ❁ Tuyết lẫn băng (Sleet): Các hạt mưa bị đông lạnh trong khi rơi xuống, khi tới bề mặt trông như viên đá



© 2010 Pearson Education, Inc.



© 2010 Pearson Education, Inc.

Đo giáng thủy

- ❁ Vũ lượng kế: Thùng hình trụ để hứng nước mưa và cho biết độ dài của lớp nước mưa
- ❁ Tipping-bucket gage: Là vũ lượng kế cho phép đo cả thời gian và cường độ mưa



(a)



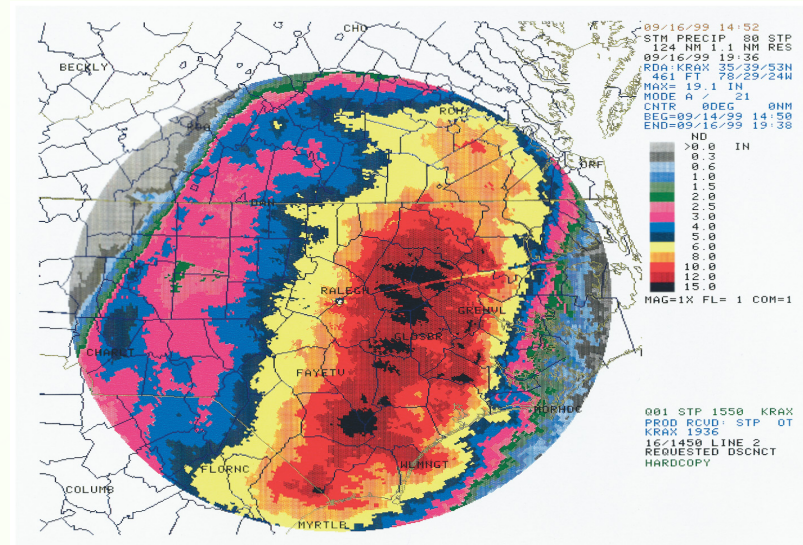
(b)

Đo giáng thủy

❁ Các nguyên nhân gây sai số đo giáng thủy:

- ❁ Dòng rối gần miệng thùng đo mưa
- ❁ Nước bắn ra ngoài khi rơi vào thùng đo mưa
- ❁ Nước bị giữ lại trên thành thùng đo mưa
- ❁ Nước mưa trong thùng bị bốc hơi
- ❁ Tuyết làm tắc nghẽn ống dẫn nước
- ❁ Biến động không gian của giáng thủy

❁ Đo giáng thủy bằng radar



Mây/mưa nhân tạo

- ❁ Mây nhân tạo (Cloud seeding): Đưa vật liệu từ ngoài vào đám mây để tạo mưa bằng quá trình Bergeron
 - ❁ Băng khô được dùng để làm mát đám mây từ nhiệt độ rất lạnh để tạo ra các tinh thể băng
 - ❁ I-ôt bạc (Silver iodide – có cấu trúc tương tự băng) được dùng như là các nhân ngưng kết
- ❁ Làm mưa nhân tạo ở Việt Nam?