



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

Phan Van Tan

phanvantan@hus.edu.vn

B1: Thành phần và cấu trúc khí quyển

- ✿ Các thuật ngữ và định nghĩa
- ✿ Độ dày của khí quyển
- ✿ Sự tiến hoá của khí quyển
- ✿ Thành phần của Khí quyển hiện nay
- ✿ Cấu trúc thẳng đứng của khí quyển
- ✿ Áp suất khí quyển (Khí áp)
- ✿ Phân tầng khí quyển

Các thuật ngữ và định nghĩa

- ❁ **Khí quyển:** Là lớp vỏ không khí của Trái đất, gồm hỗn hợp các chất khí, các giọt nước và các phần tử rắn phía trên bề mặt Trái đất
- ❁ **Thời tiết:** Là các hiện tượng khí quyển tồn tại trong thời gian ngắn, kéo dài từ hàng giờ đến khoảng 1 tuần (ví dụ, dông, bão, gió mạnh, mưa phùn)
- ❁ **Khí hậu:** Là điều kiện khí quyển trong một thời kỳ dài, thường là hàng chục năm hoặc dài hơn
- ❁ **Khí tượng học:** Khoa học nghiên cứu các hiện tượng của khí quyển, chủ yếu nói về thời tiết
- ❁ **Khí hậu học:** Khoa học nghiên cứu về khí hậu

Độ dày của khí quyển

- ❁ Lớp khí quyển Trái đất dày như thế nào?
 - ❁ Không xác định được đỉnh khí quyển chính xác
 - ❁ 99.99997% khí quyển nằm dưới 100 km (60 mi)
 - ❁ Thời tiết xảy ra trong lớp 11 km (7 mi) dưới cùng
 - ❁ Lớp khí quyển rất mỏng so với kích thước ngang của Trái đất



Sự tiến hoá của khí quyển

- ❁ Ban đầu khí quyển Trái đất chủ yếu chỉ có Hydrogen & Helium
- ❁ Có 2 giả thuyết giải thích sự phát tán của khí quyển ở thời kỳ sơ khai này:
 - 1) Các chất khí thoát vào không trung nhờ thắng lực hấp dẫn do tốc độ chuyển động đủ lớn
 - 2) Sự va chạm giữa Trái đất và các hành tinh lớn khác làm cho lớp khí quyển sơ khai thoát vào không trung

Sự tiến hoá của khí quyển

- ❁ Hơi nước ngưng kết và giáng thuỷ rơi xuống tạo thành các đại dương
- ❁ CO₂ bị đại dương hấp thụ
- ❁ O₂ được giải phóng trước hết thông qua các vi khuẩn có nguồn gốc từ đại dương, sau đó thông qua thực vật (được bảo vệ bởi tầng ozone)
- ❁ Thực vật tiếp tục làm suy giảm lượng CO₂
- ❁ N₂ từ từ tăng lên qua thời gian dài thông qua quá trình nhả thải khí

Thành phần của Khí quyển hiện nay

- ✿ Khí quyển hiện nay có chứa:
 - ✿ Các chất khí (thường xuyên và biến đổi)
 - ✿ Các giọt nước (mây và giáng thủy)
 - ✿ Các hạt rắn vô cùng nhỏ (xon khí - aerosols)

Các chất khí thường xuyên

- ❁ Các chất khí thường xuyên tạo thành một tỷ lệ không đổi của khí quyển, và có thời gian duy trì lâu dài (hàng ngàn đến hàng triệu năm)

TABLE 1-2 Permanent Gases of the Atmosphere

Constituent	Formula	Percent by Volume	Molecular Weight
Nitrogen	N ₂	78.08	28.01
Oxygen	O ₂	20.95	32.00
Argon	Ar	0.93	39.95
Neon	Ne	0.002	20.18
Helium	He	0.0005	4.00
Krypton	Kr	0.0001	83.8
Xenon	Xe	0.00009	131.3
Hydrogen	H ₂	0.00005	2.02

Các chất khí biến đổi

- ❁ Các chất khí biến đổi làm thay đổi nồng độ khí quyển theo cả thời gian và không gian

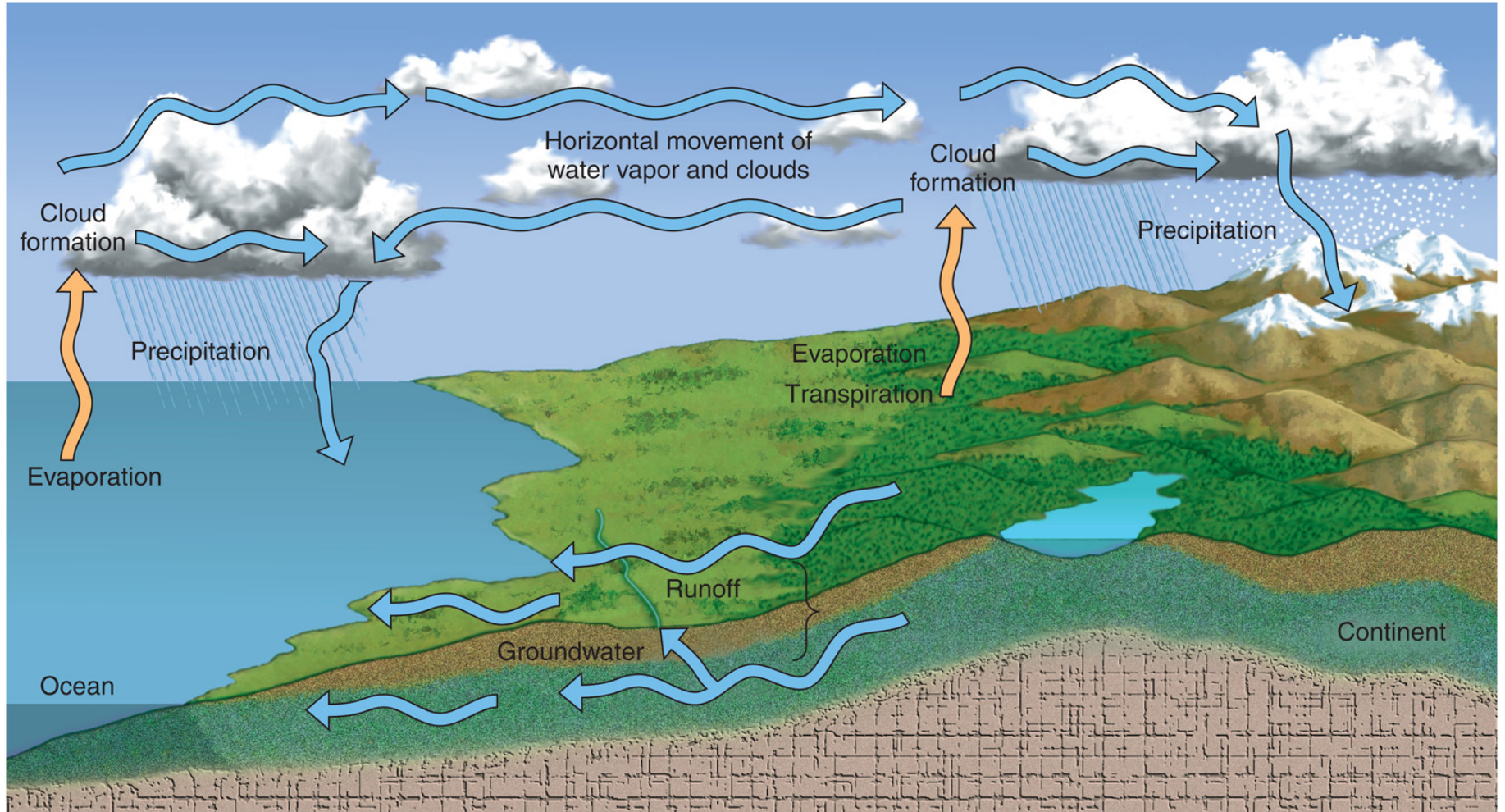
TABLE 1 – 3 Variable Gases of the Atmosphere

Constituent	Formula	Percent by Volume	Molecular Weight
Water Vapor	H ₂ O	0.25	18.01
Carbon Dioxide	CO ₂	0.038	44.01
Ozone	O ₃	0.01	48.00

Hơi nước

- ❁ **Hơi nước (H_2O)** – Là chất khí biến đổi cực kỳ quan trọng với thời gian tồn tại ngắn (~ 10 ngày)
 - ❁ Hơi nước là pha khí không nhìn thấy của nước (ta chỉ có thể nhìn thấy giọt nước lỏng!)
 - ❁ Nồng độ hơi nước trong khí quyển cao nhất ở gần bề mặt đại dương nhiệt đới ($\sim 4\%$)
 - ❁ Nồng độ hơi nước trong khí quyển thấp nhất ở các vùng sa mạc và ở các vĩ độ cao ($\sim 0\%$)

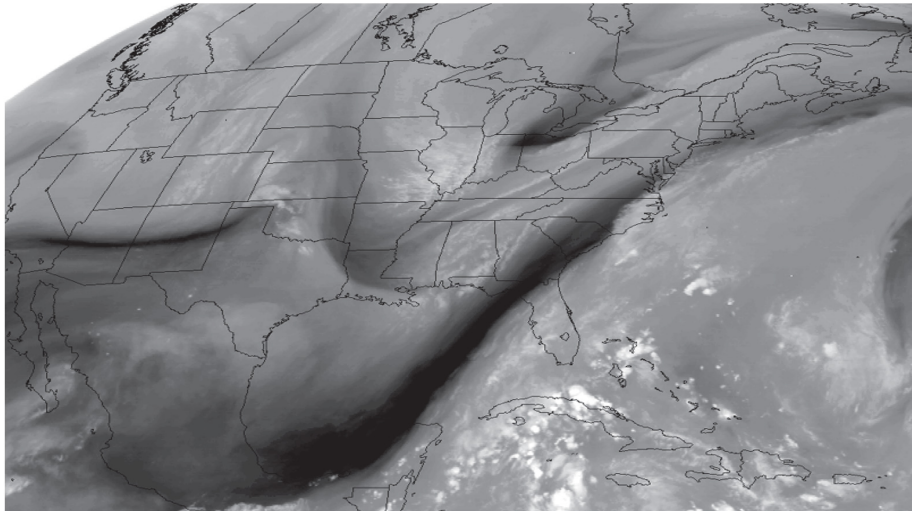
Chu trình nước



Ảnh vệ tinh hơi nước

- ❁ Ảnh vệ tinh hơi nước cho thấy sự biến thiên của nồng độ hơi nước
- ❁ Ảnh vệ tinh hơi nước cũng cho thấy các vùng ẩm và khô của khí quyển mà ảnh bình thường không thể hiện

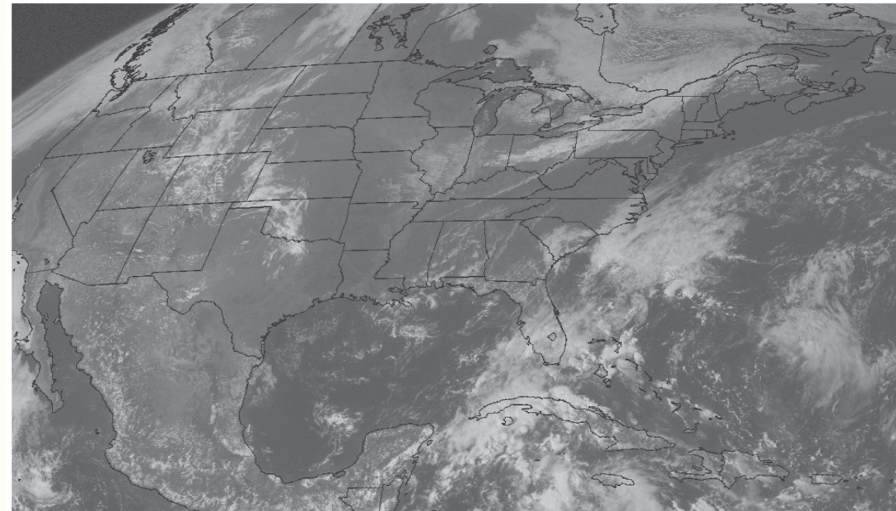
Water vapor imagery



(a)

© 2010 Pearson Education, Inc.

Visible imagery



(b)

© 2010 Pearson Education, Inc.

Carbon Dioxide

❁ **Carbon dioxide** (CO_2) là một khí nhà kính quan trọng có nồng độ 0.0386% (386 ppm) và thời gian tồn tại khoảng 150 năm

❁ Nguồn sinh: 1) Sự hô hấp của thực vật và động vật

2) Núi lửa

3) Phân huỷ hữu cơ

4) Đốt, cháy

❁ Tiêu tán: 1) Quang hợp (thực vật)

2) Các đại dương

Carbon Dioxide

❁ **Carbon dioxide** (CO_2) là một khí nhà kính quan trọng có nồng độ 0.0386% (386 ppm) và thời gian tồn tại khoảng 150 năm

❁ **Nguồn sinh:** 1) Sự hô hấp của thực vật và động vật

2) Núi lửa

3) Phân huỷ hữu cơ

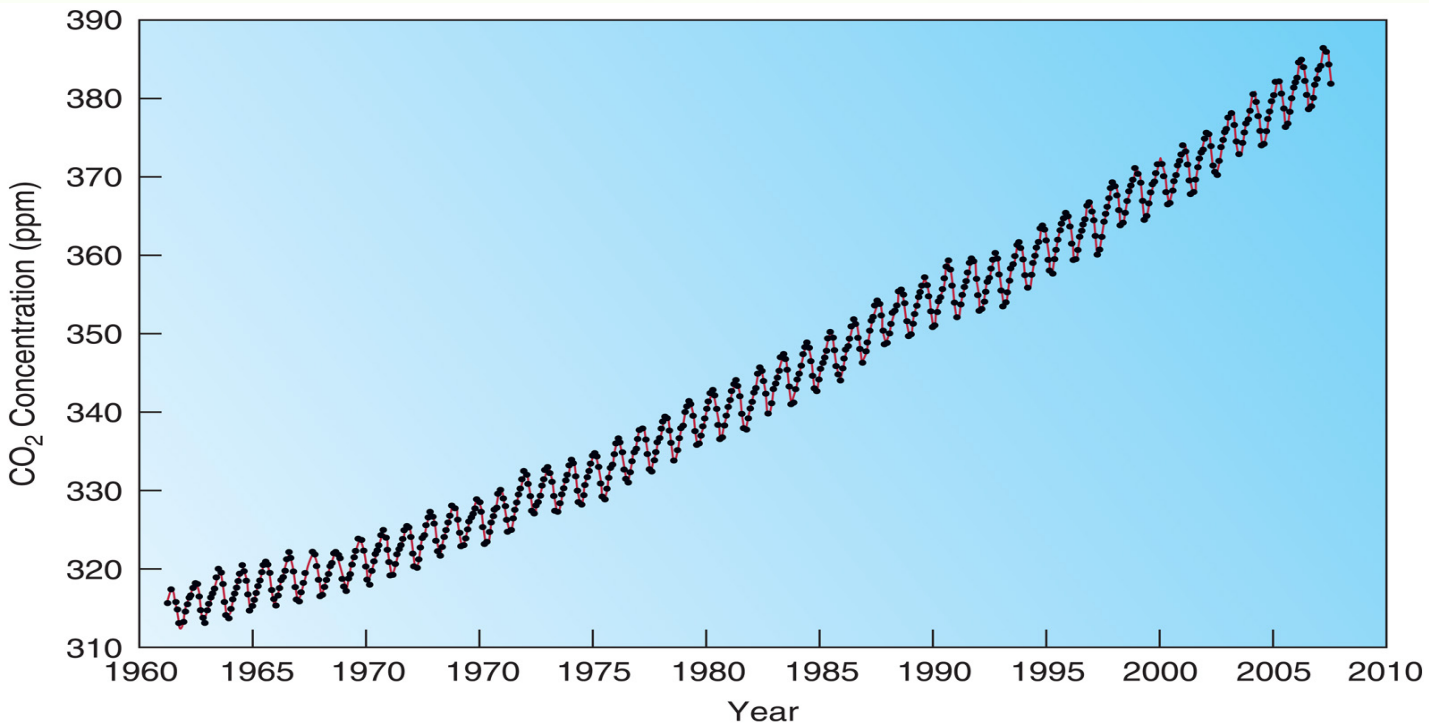
4) Đốt, cháy

❁ **Tiêu tán:** 1) Quang hợp (thực vật)

2) Các đại dương

Carbon Dioxide

- ❁ Dao động mùa của nồng độ CO₂
- ❁ Sự gia tăng nồng độ qua một thời kỳ dài (do đốt nhiên, nguyên liệu và phá rừng của con người)



© 2010 Pearson Education, Inc.

Mauna Loa Observatory (~11,000 ft. in Hawaii)

Ozone

❁ **Ozone (O₃)** là chất khí biến đổi vừa có lợi vừa có hại

❁ O₃ có nồng độ ở tầng bình lưu (~15-50 km (10-30 miles) trên mực biển) tương đối cao (15 ppm), xuất hiện từ các phản ứng hoá học tự nhiên

—————→ Hấp thụ bức xạ cực tím (UV)

❁ O₃ có nồng độ ở gần bề mặt đất thường gần bằng 0, nhưng có thể tăng lên đến 0.15 ppm thông qua các phản ứng hoá học trong không khí ô nhiễm

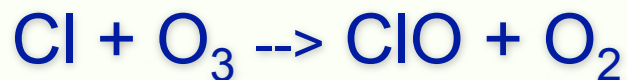
—————→ Chất gây kích thích

Tạo và phân huỷ ozone tầng bình lưu

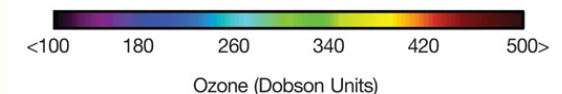
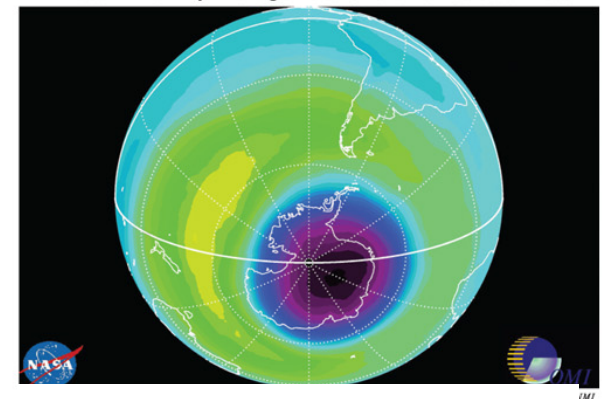
❁ Chu trình ozone tự nhiên



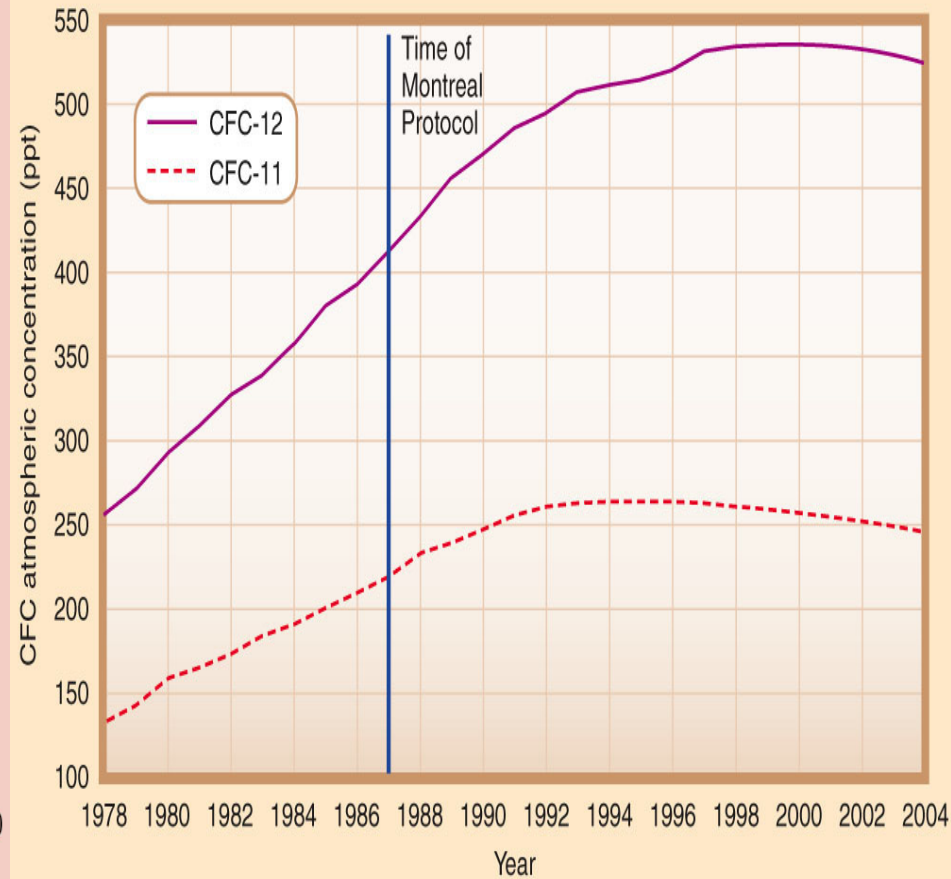
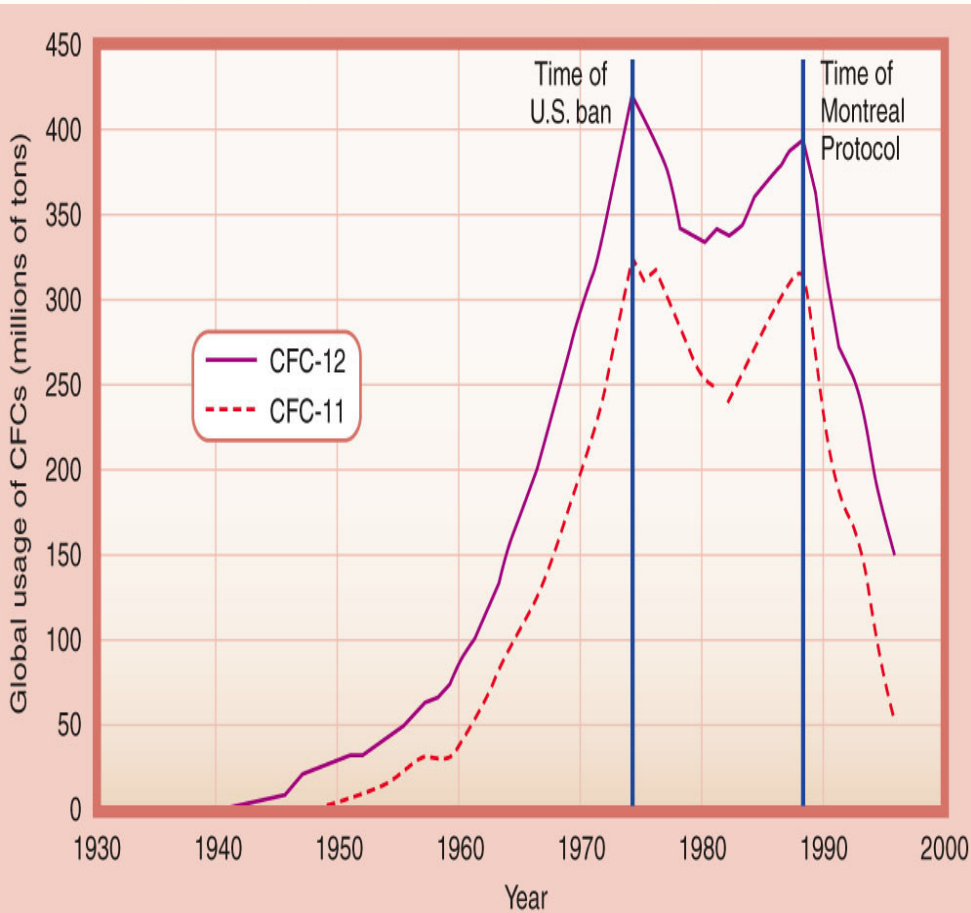
❁ Sau khi có CFCs



Nimbus-7 Monthly Average Total Ozone for October 2006



CFCs toàn cầu



A global success story!

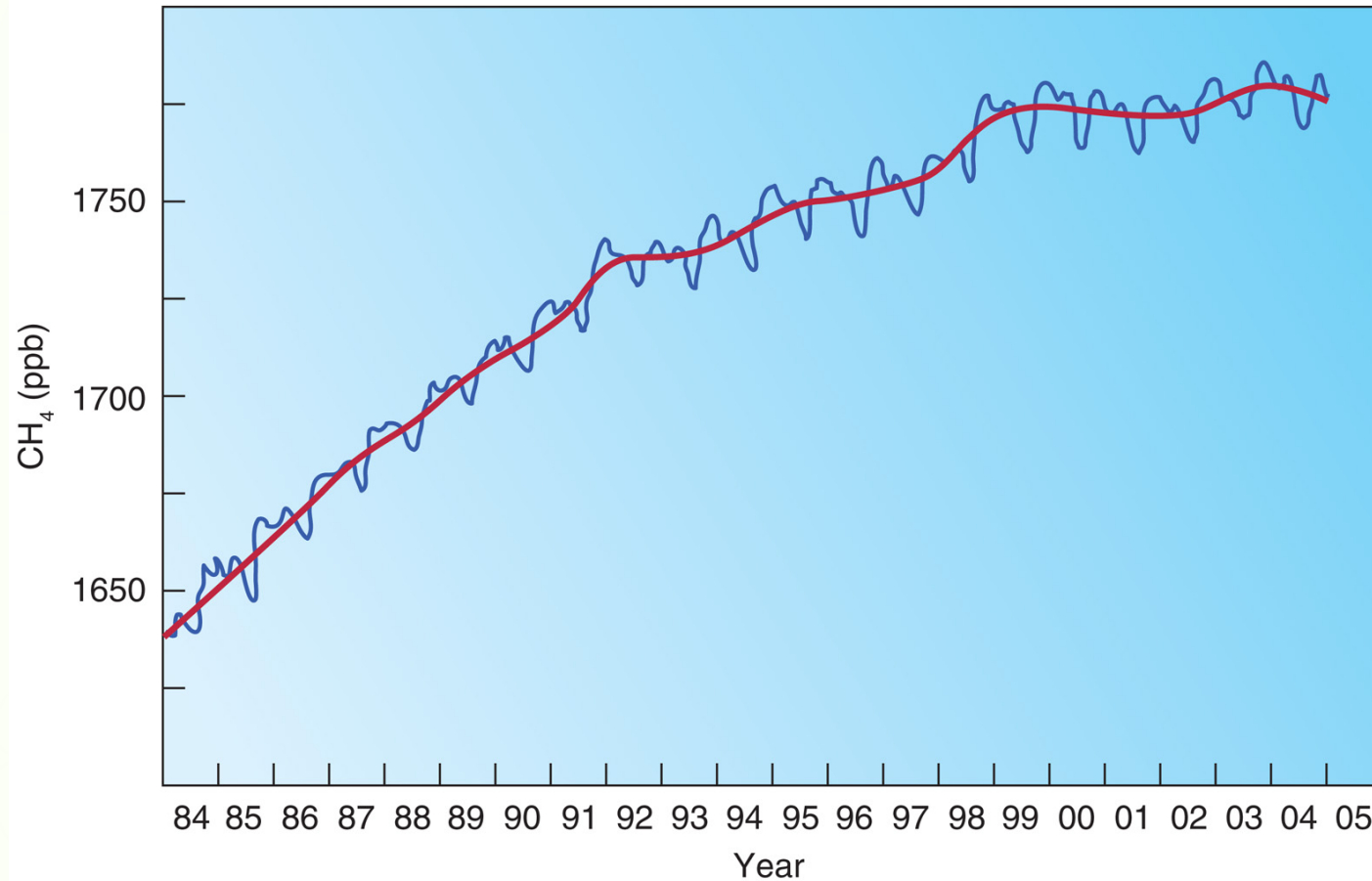
Methane

❁ **Methane** (CH_4) là chất khí biến đổi có thời gian tồn tại ~10 năm và là chất khí có tiềm năng cao gây hiệu ứng nhà kính của khí quyển

- ❁ Nguồn sinh - 1) Canh tác lúa, đất ngập nước
- 2) Khai thác mỏ
- 3) Đốt sinh khối
- 4) Khai thác nhiên liệu hoá thạch
- 5) Phân huỷ xác động vật

- ❁ Tiêu tán - 1) Các phản ứng hoá học khí quyển

Methane

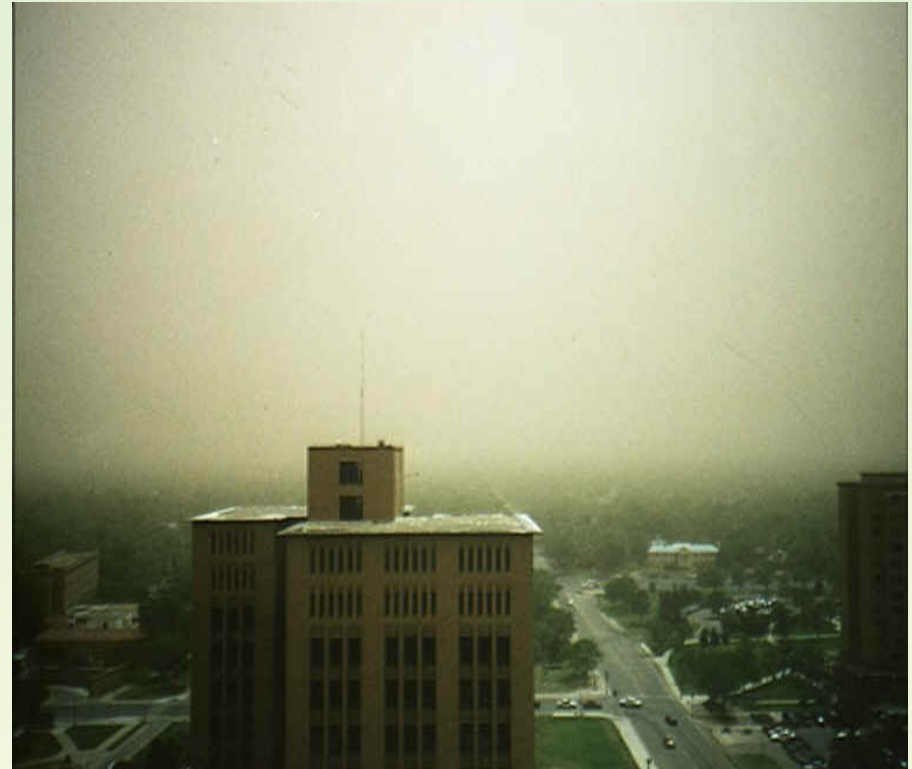


© 2010 Pearson Education, Inc.

Aerosols

- ❁ **Aerosols** Là các phần tử rắn có kích thước nhỏ (như bụi, khói, bụi nước biển, tro bụi núi lửa)
- ❁ Nồng độ tiêu biểu = $17,000/\text{in}^3$
- ❁ Đường kính tiêu biểu = $10\ \mu\text{m}$ ($0.00001\ \text{m}$)
- ❁ Tuổi thọ tiêu biểu = Ngày đến tuần
- ❁ Hầu hết từ các nguồn tự nhiên
- ❁ Bị tiêu tán chủ yếu do lắng đọng khô và ướt
- ❁ Có tác dụng như hạt nhân ngưng kết của mây (Không có aerosols sẽ không có mây)

Aerosols



Lubbock Dust Storm

Aerosols



© 2007 Thomson Higher Education

Forest fire smoke in CA



Haboob in Phoenix, AZ



Eruption of Mount St. Helens

Cấu trúc thẳng đứng của khí quyển

- ✿ Có nhiều cách để mô tả cấu trúc thẳng đứng của khí quyển
 - ✿ Phân bố thẳng đứng của mật độ (Density profile)
 - ✿ Profile nhiệt độ (phổ biến nhất)
 - ✿ Profile hoá học
 - ✿ Profile điện, từ

Profile hoá học

- ❁ **Homosphere** (lớp đồng nhất): là lớp khí quyển dưới độ cao 80km (~50miles)
 - ❁ Các chất khí tồn tại thường xuyên có nồng độ ổn định, không đổi
 - ❁ Nói chung “khí quyển” là chỉ lớp đồng nhất này
- ❁ **Heterosphere** (lớp bất đồng nhất): Phía trên lớp đồng nhất
 - ❁ Các khí nhẹ chiếm ưu thế (helium, hydrogen)
 - ❁ Không có các khí thường xuyên

Profile mật độ

❁ **Khối lượng** là thuộc tính bên trong dựa trên cấu tạo phân tử của vật chất. Chừng nào lượng vật chất được giữ nguyên thì khối lượng của nó không thay đổi.

❁ Đơn vị đo: g (gram), kg (kilogram)

❁ **Mật độ** được định nghĩa như là khối lượng trên thể tích

Mật độ của các chất khác nhau

- | | | |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1) Nước | 1000 kg/m ³ | |
| 2) Thép | 7800 kg/m ³ | |
| 3) Không khí (ở mực nước biển) | | 1.2 kg/m ³ |

Một số đơn vị đo trong hệ SI

<u>Đại lượng</u>	<u>Tên đơn vị đo</u>	<u>Ký hiệu SI</u>
Độ dài	mét	m
Thời gian	giây	s
Khối lượng	gram hoặc kilogram	g hoặc kg
Diện tích	Mét vuông	m²
Thể tích	Mét khối	m³
Mật độ	Kilogram trên mét khối	Kg/m³
Tần số		1/s
Vận tốc hoặc tốc độ	Mét trên giây	m/s
Gia tốc	Mét trên giây bình phương	m/s²
Lực	Newton	N
Áp suất	Milibar, Pascal	Mb, Pa
Năng lượng	Jun, calo	J, Cal

Một số lưu ý

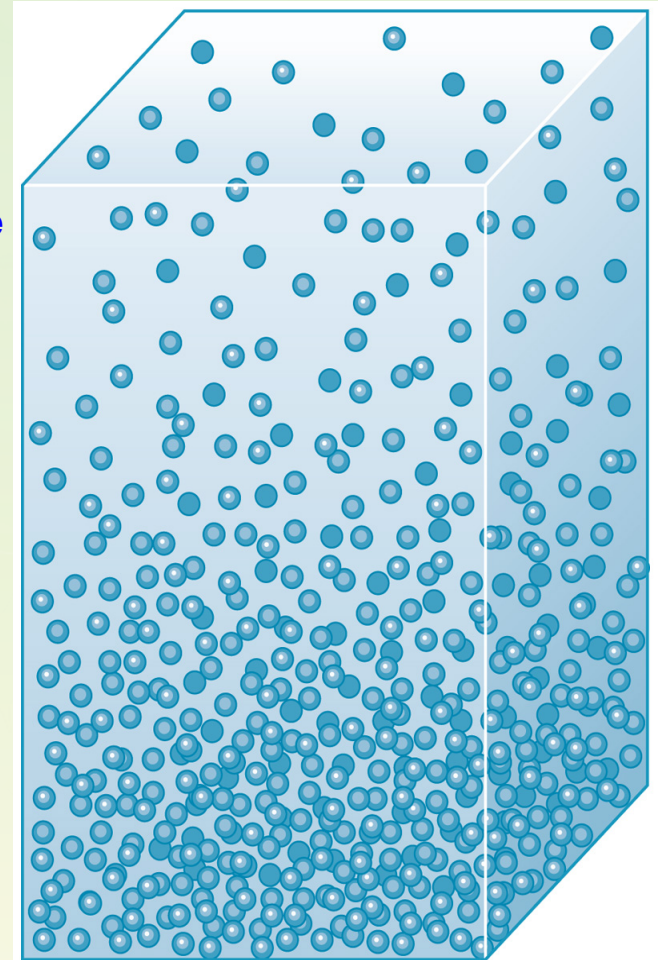
- ❁ Lực = Khối lượng x Gia tốc: $F = ma$
- ❁ $\rightarrow [F] = \text{kg} \times \text{m} / \text{s}^2$
- ❁ Trọng lượng = Khối lượng x Gia tốc trọng trường: $W = mg \rightarrow [W] = \text{kg} \times \text{m} / \text{s}^2$
- ❁ Gia tốc trọng trường phụ thuộc vào vĩ độ

Profile mật độ

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- ❁ Khí quyển có tính nén được
- ❁ Mật độ giảm theo độ cao

Top of atmosphere



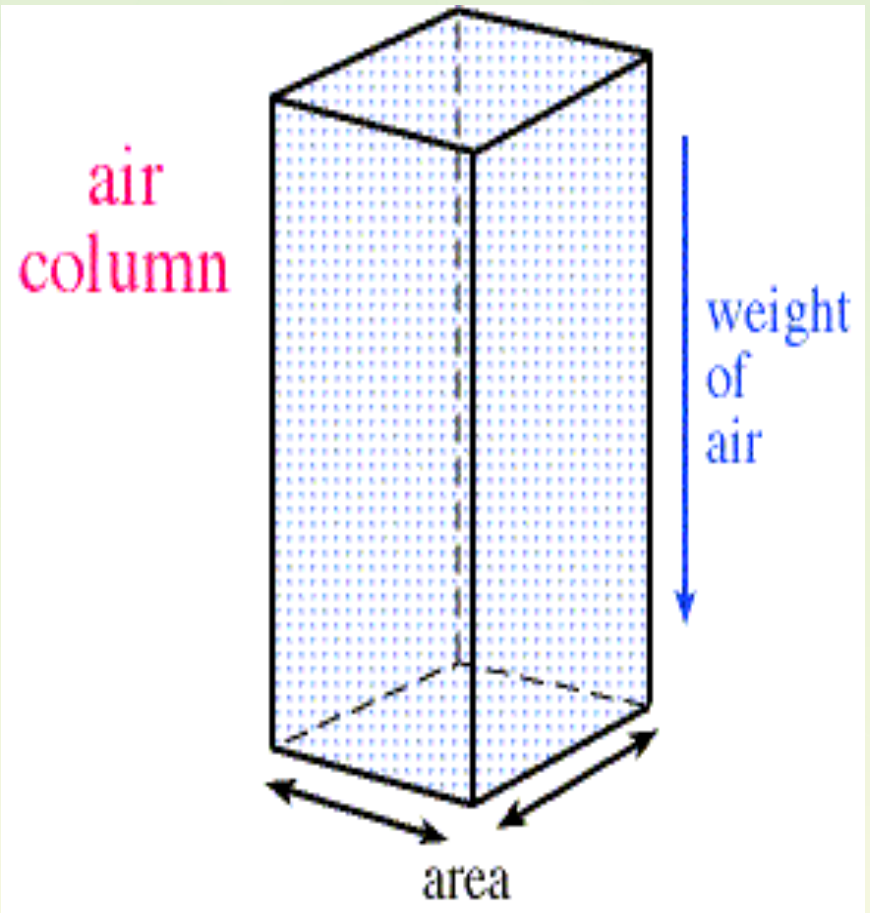
Sea level

Áp suất khí quyển (Khí áp)

- Áp suất = Lực trên một đơn vị diện tích

$$P = \frac{F}{A}$$

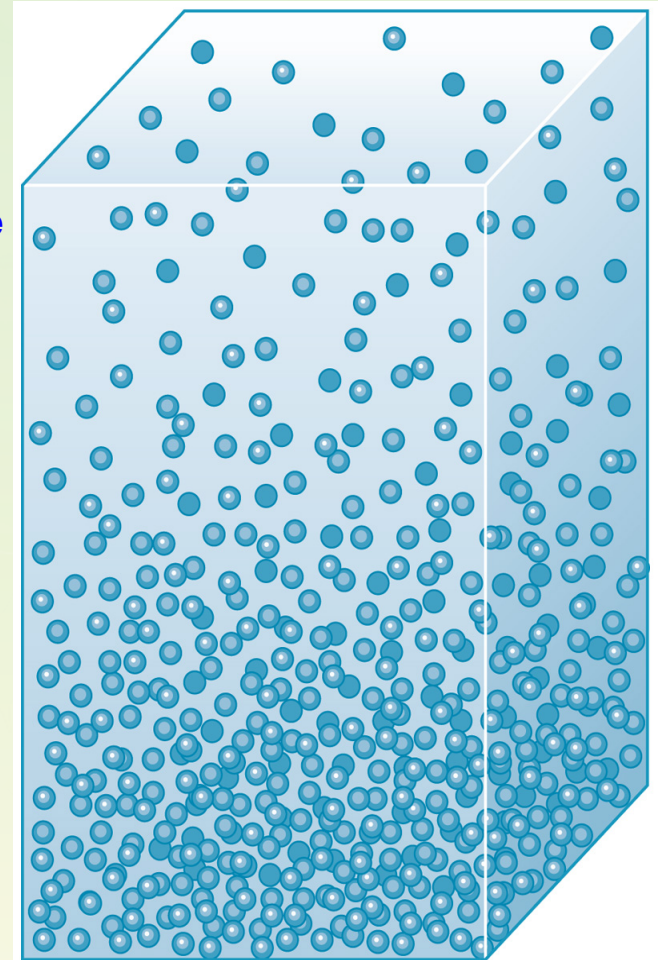
- Áp suất trong chất lỏng tự do liên quan với trọng lượng của lớp chất lỏng phía trên
- Ví dụ, áp lực lên đôi tai của bạn tăng lên khi bạn lặn sâu hơn trong bể bơi
- Đơn vị đo khí áp phổ biến là mb hoặc Pa hoặc hPa



Áp suất khí quyển

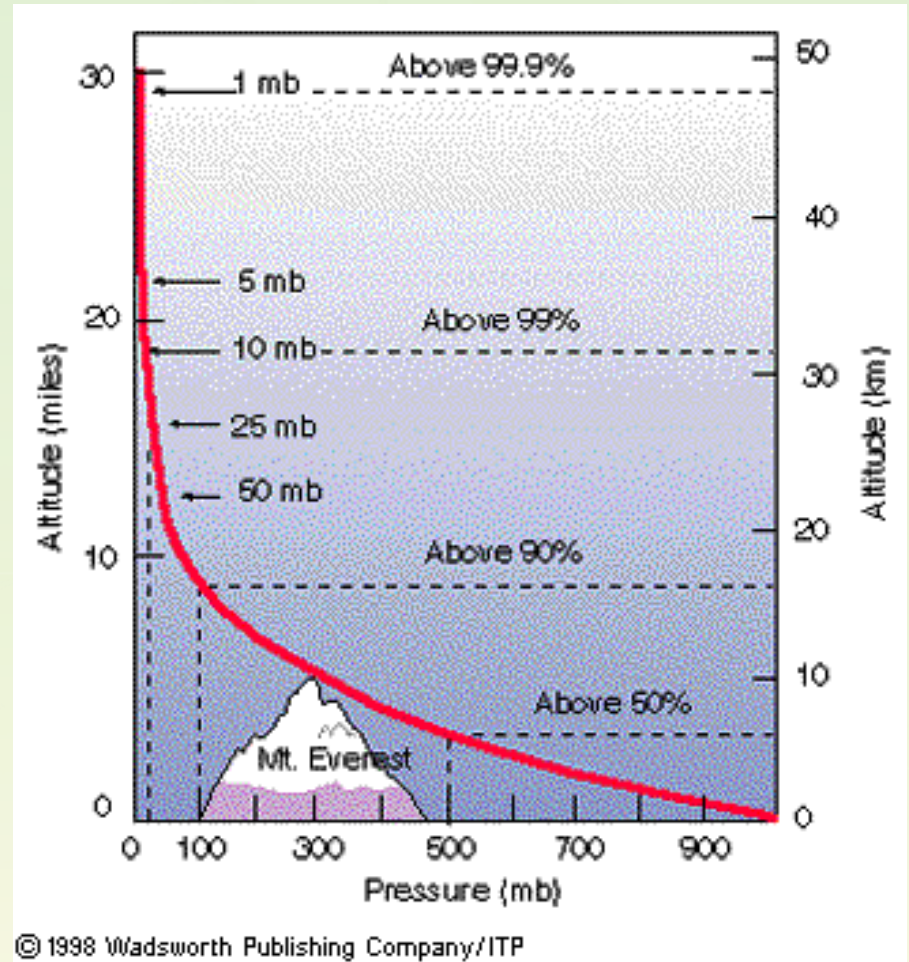
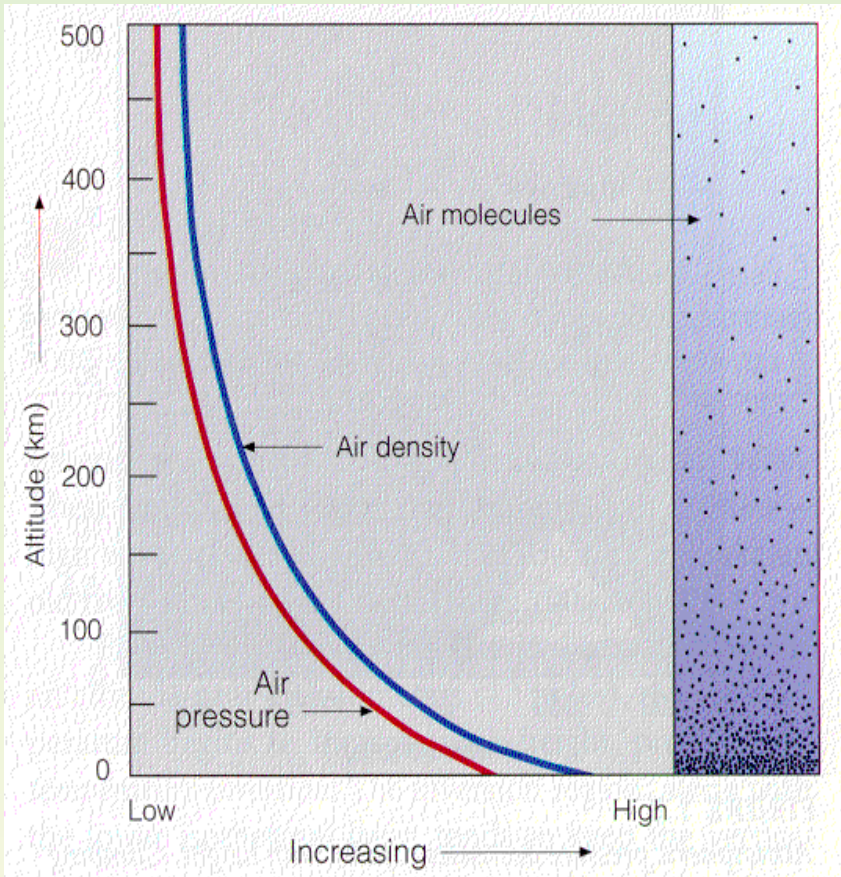
- ❁ Tại sao áp suất giảm theo độ cao trong khí quyển?
- ❁ Áp suất giảm theo độ cao nhanh hơn ở gần bề mặt, càng lên cao mức độ giảm càng chậm hơn

Top of atmosphere



Sea level

Profile khí áp



Biến đổi của khí áp theo độ cao

Cho biết áp suất khí quyển thay đổi theo chiều cao theo quy luật hàm mũ, ta có thể tính áp suất không khí ở các độ cao khác nhau trên mực nước biển theo công thức:

$$P = P_{MSL} \times 10^{\left(\frac{-Z}{16\text{km}}\right)} \quad \text{Hoặc} \quad P = P_{MSL} \times e^{\left(\frac{-Z}{8\text{km}}\right)}$$

Z = Độ cao tính bằng km

P = Khí áp ở độ cao Z tính bằng mb

P_{MSL} = Khí áp mực biển trung bình (mb) = 1013.25 mb

$$e = 2.71828....$$

Áp suất khí quyển

❁ Áp lực (khí quyển) hiện tại đè lên bạn là bao nhiêu?

❁ Khí áp mực biển trung bình = 14.7 psi
= 1013.25 mb
= 101325 Pa
= 29.92 in Hg
= 1 atmosphere

(psi = pound force per square inch, 1 pound~0.45kg)

Record high sea-level pressure = 1083.8 mb (Siberia, 1968)

Record low sea-level pressure = 870 mb (Typhoon Tip near Guam, 1979)

Khí áp

Những hiện tượng biểu thị khí áp

 Ly nước lộn ngược

 Móc treo trên tường kính, tường nhẵn

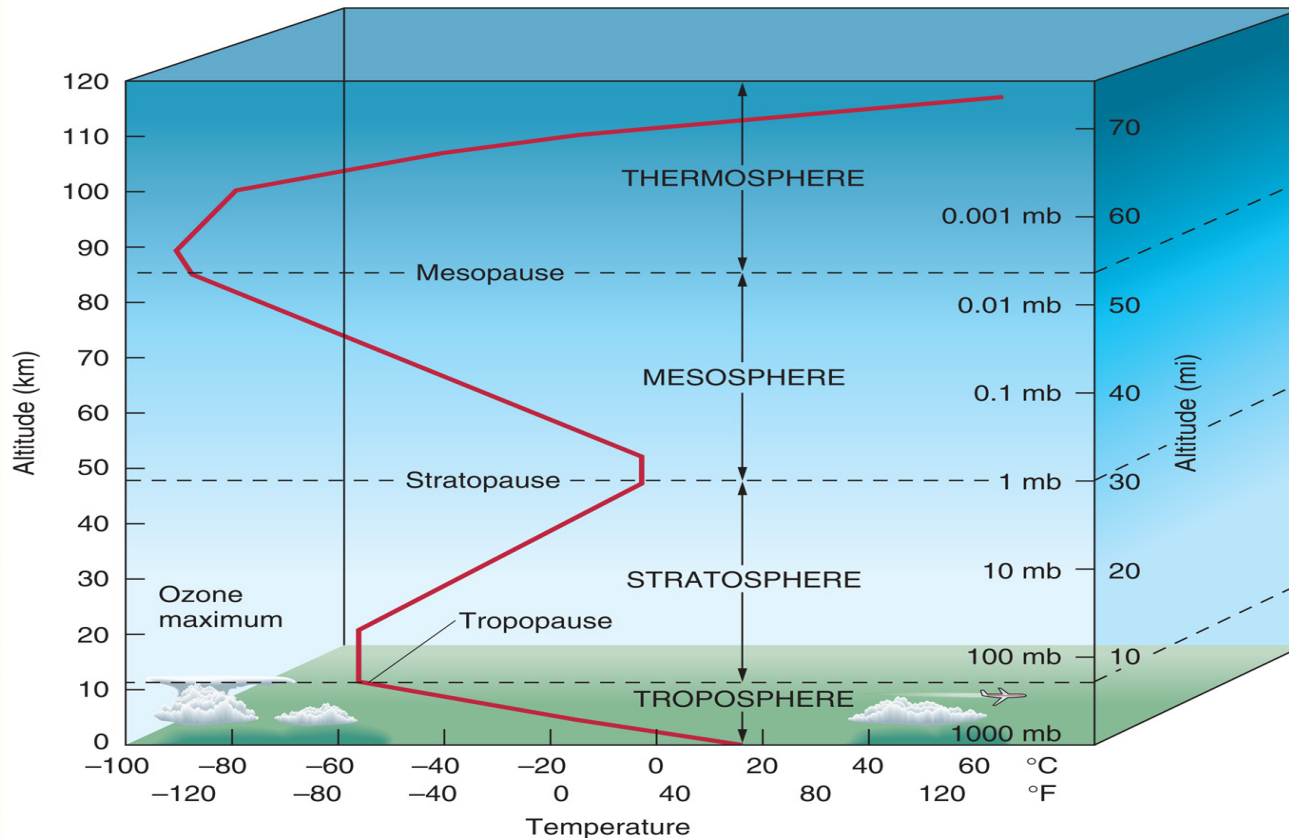
 Giá gắn điện thoại trong ô tô

 Máy hút bụi, hút chân không

 ...

Phần tầng khí quyển dựa vào nhiệt độ

- ❁ 4 tầng theo tính chất tăng giảm của nhiệt độ theo độ cao



Các đơn vị đo nhiệt độ

- ❁ Nhiệt độ có thể được biểu thị bằng độ Fahrenheit (°F), Celsius (°C), hoặc Kelvin (K)

Các công thức chuyển đổi

$$K = ^\circ C + 273.16$$

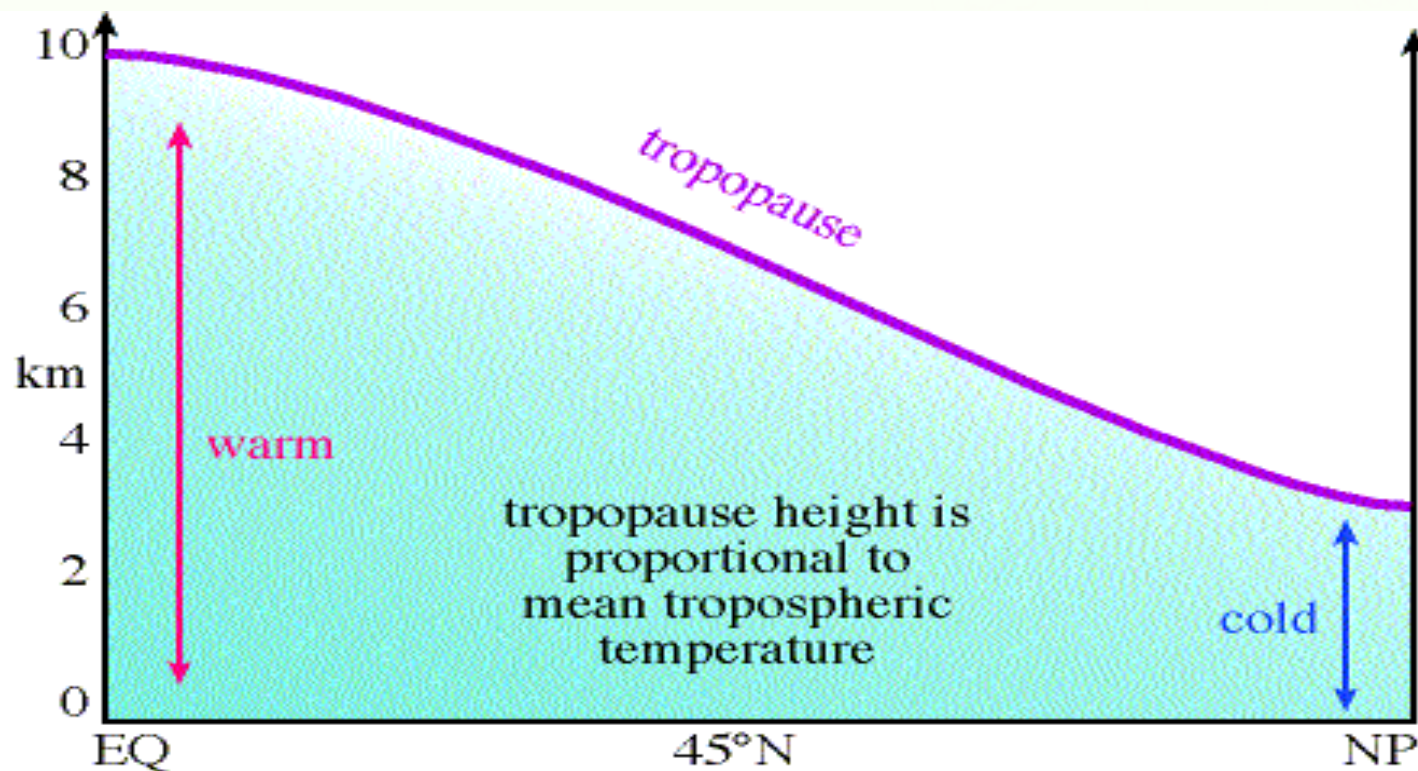
$$^\circ F = 9/5 * ^\circ C + 32$$

Tầng đối lưu

- ❁ **Tầng đối lưu (Troposphere):** Lớp khí quyển dưới cùng
 - ❁ Nằm trong khoảng 0-11km (0-7.0 mi)
 - ❁ Trên thực tế, tất cả các hiện tượng thời tiết xảy ra trong tầng đối lưu
 - ❁ Nhiệt độ nói chung giảm theo độ cao (tỷ lệ giảm hay gradient nhiệt độ, giá trị điển hình = $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$) – Tại sao giảm??
 - ❁ Đỉnh tầng đối lưu có thể gọi là đối lưu hạn
 - ❁ Khoảng 80% khối lượng không khí chứa trong tầng đối lưu

Tầng đối lưu

- ❁ Tầng đối lưu – Lớp khí quyển dưới cùng
 - ❁ Độ dày tầng đối lưu biến đổi theo mùa và theo vĩ độ



Tầng bình lưu

- ❁ Tầng bình lưu (Stratosphere) là lớp khí quyển phía trên tầng đối lưu
- ❁ Chỉ có những cơn dông mới có thể xuyên lên đến tầng bình lưu



Tầng bình lưu

- ❁ Tầng bình lưu (Stratosphere) là lớp khí quyển phía trên tầng đối lưu
 - ❁ Lớp Ozone nằm trong tầng bình lưu
 - ❁ Nhiệt độ tăng theo độ cao (nghịch nhiệt) – do O_3 hấp thụ UV
 - ❁ Tầng bình lưu nằm trong khoảng 11-50 km
 - ❁ Đỉnh tầng bình lưu có thể gọi là bình lưu hạn
 - ❁ Khoảng 19.9% khối lượng khí quyển chứa trong tầng bình lưu

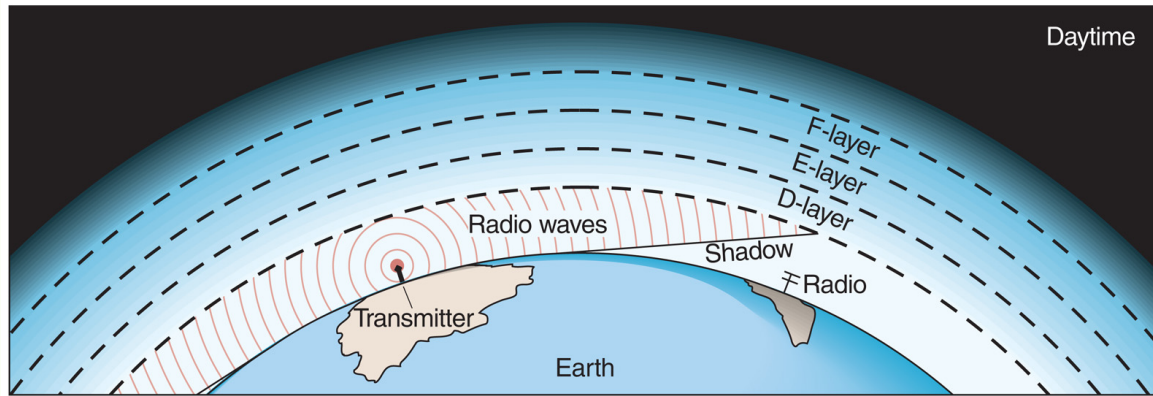
Tầng trung quyển và nhiệt quyển

- ❁ Tầng trung quyển (mesosphere) và nhiệt quyển (thermosphere) chỉ chứa khoảng 0.1% khối lượng khí quyển
 - ❁ Trung quyển nằm trong khoảng 50-80km
 - ❁ Trong tầng trung quyển nhiệt độ giảm theo độ cao
 - ❁ Nhiệt quyển nằm phía trên độ cao 80km
 - ❁ Trong tầng nhiệt quyển nhiệt độ tăng theo độ cao

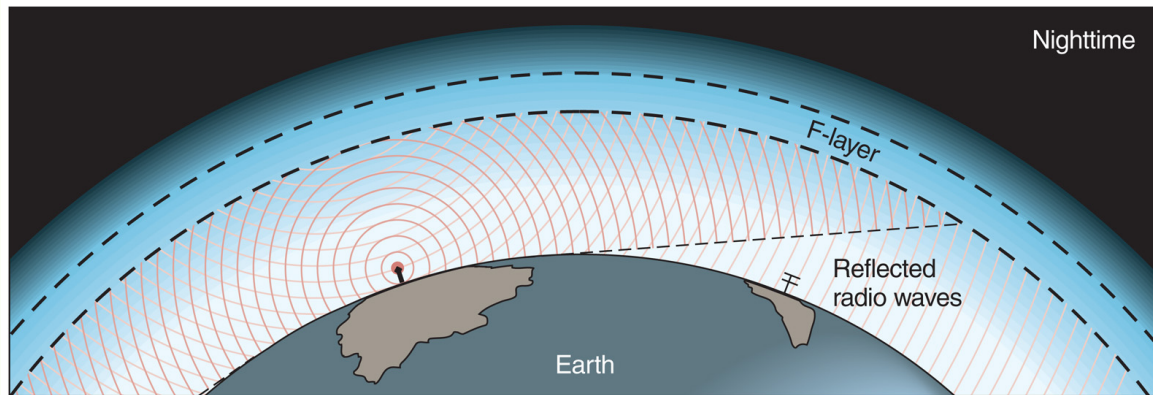
Đặc tính khí quyển dựa trên tính chất điện

- ❁ **Tầng điện ly (ionosphere)** là lớp khí quyển nằm trong khoảng phía trên tầng trung quyển lên tầng nhiệt quyển
 - ❁ Tầng điện ly có chứa các hạt tích điện được gọi là ion do bức xạ UV
 - ❁ Tầng điện ly ảnh hưởng đến sóng vô tuyến AM, hấp thụ chúng vào ban ngày và phản xạ chúng vào ban đêm
 - ❁ Tầng điện ly tạo ra ánh sáng ở cực Bắc và cực Nam (cực quang) thông qua sự tương tác giữa tia nắng và từ trường của trái đất

Tầng điện ly



(a)



(b)

Tầng điện ly



Photo from climate.gi.alaska.edu/Curtis

The Northern Lights