

General Atmospheric Sciences

The Earth and Its Atmosphere
天空之城的探索

林沛練

國立中央大學大氣科學系

Reference : Meteorology Today

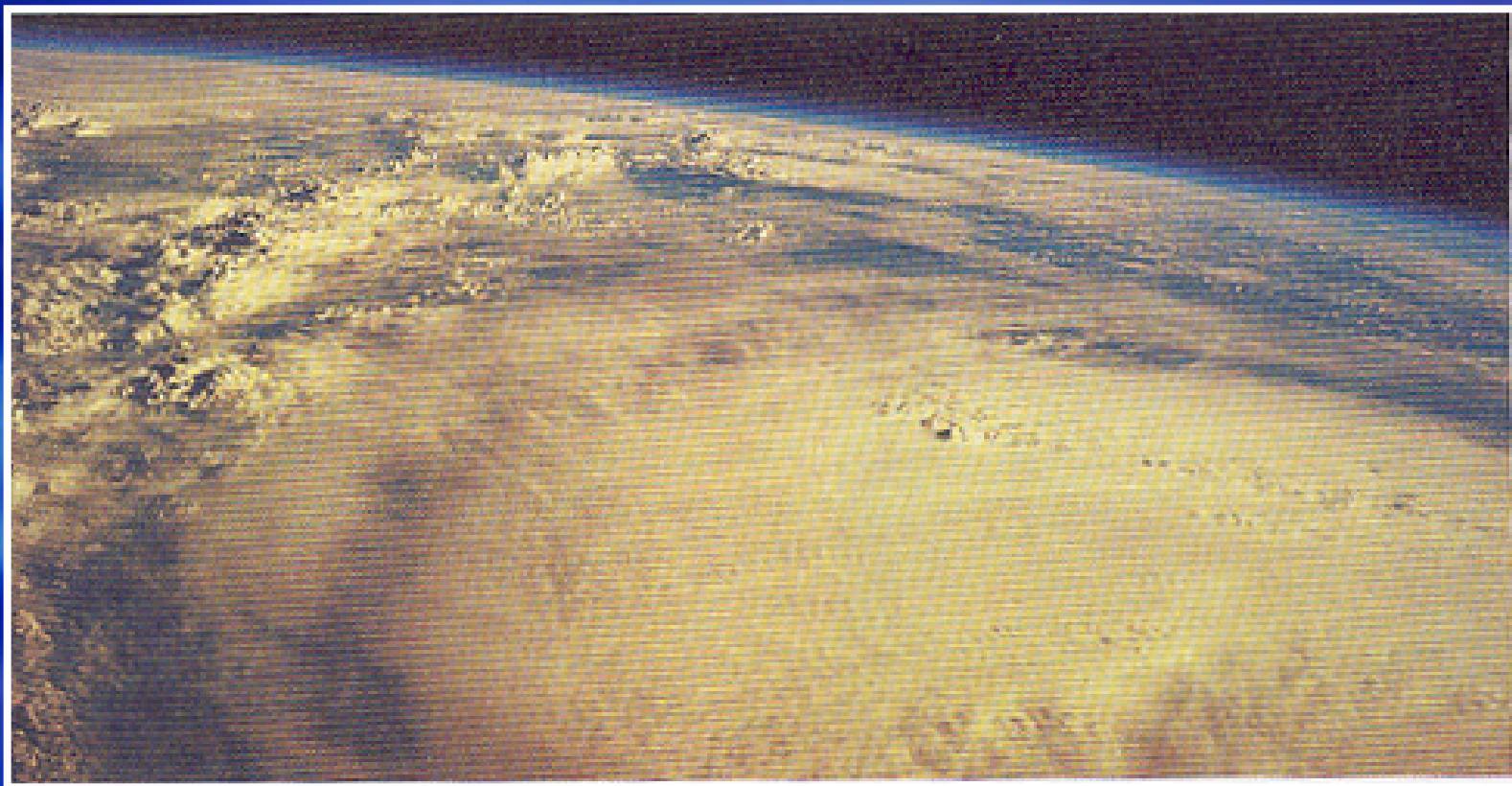


Overview of the Earth's Atmosphere

太陽系中行星的相對位置及大小



從太空看地球的大氣層



近地表的大氣組成

TABLE 1.1 Composition of the Atmosphere Near the Earth's Surface

PERMANENT GASES			VARIABLE GASES			
Gas	Symbol	Percent (by Volume) Dry Air	Gas (and Particles)	Symbol	Percent (by Volume)	Parts per Million (ppm)*
Nitrogen	N ₂	78.08	Water vapor	H ₂ O	0 to 4	
Oxygen	O ₂	20.95	Carbon dioxide	CO ₂	0.036	365*
Argon	Ar	0.93	Methane	CH ₄	0.00017	1.7
Neon	Ne	0.0018	Nitrous oxide	N ₂ O	0.00003	0.3
Helium	He	0.0005	Ozone	O ₃	0.000004	0.04**
Hydrogen	H ₂	0.00006	Particles (dust, soot, etc.)		0.000001	0.01–0.15
Xenon	Xe	0.000009	Chlorofluorocarbons (CFCs)		0.00000002	0.0002

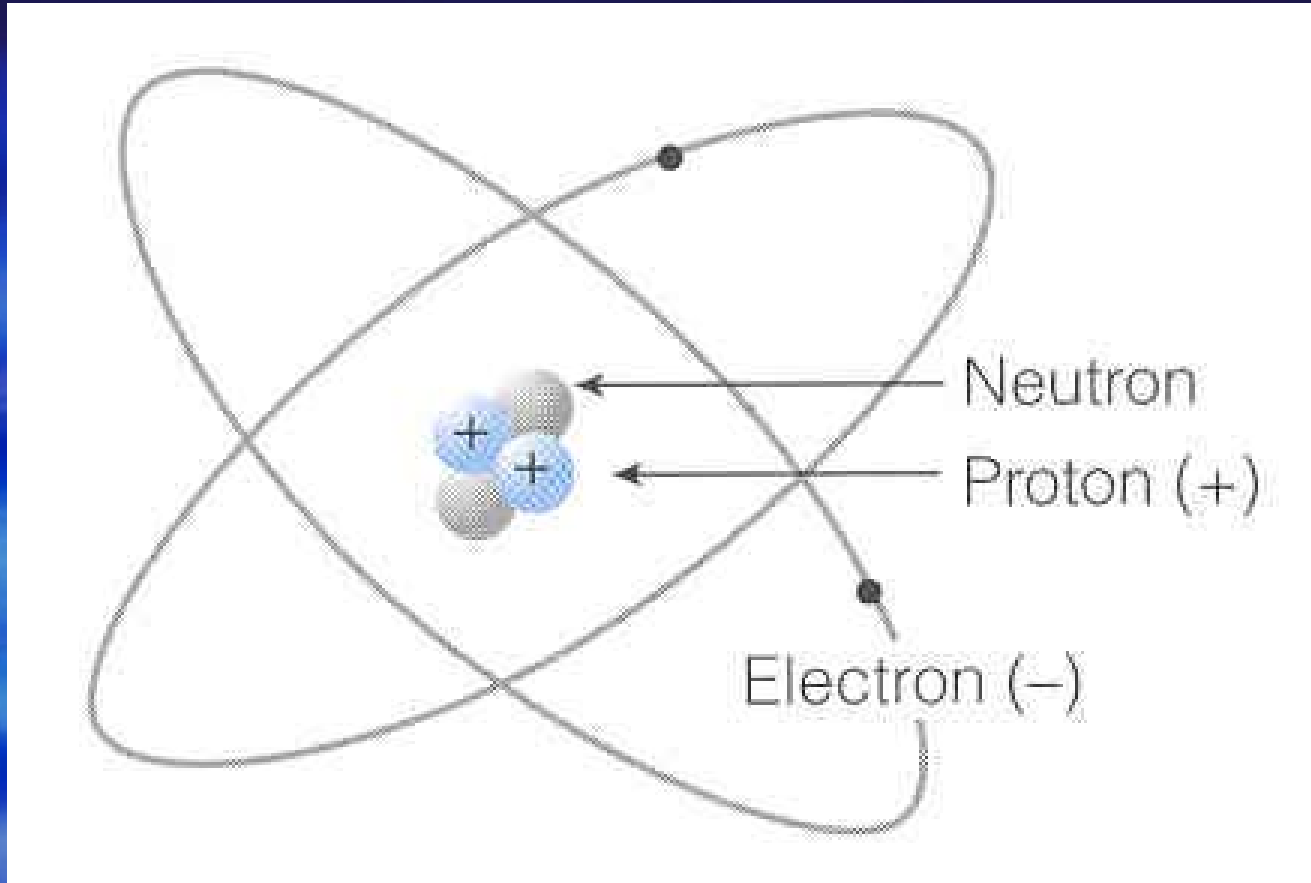
*For CO₂, 365 parts per million means that out of every million air molecules, 365 are CO₂ molecules.

**Stratospheric values are about 5 to 12 ppm.

大氣中氣體的平衡

N₂	土壤中的細菌，吸收大氣中的氮 植物、動物的腐敗，產生氮送回大氣	— +
O₂	{ 植物、動物的腐敗，吸收氧 氧化 呼吸 光合作用——產生氧	— +
CO₂	{ 光合作用——消耗二氧化碳 海洋吸收 { 植物腐敗、火山爆發、呼吸、人工燃燒 砍伐森林(deforestation)	— +
H₂O	凝結(condensation) 蒸發(evaporation)	— +

A Breath of Fresh Air

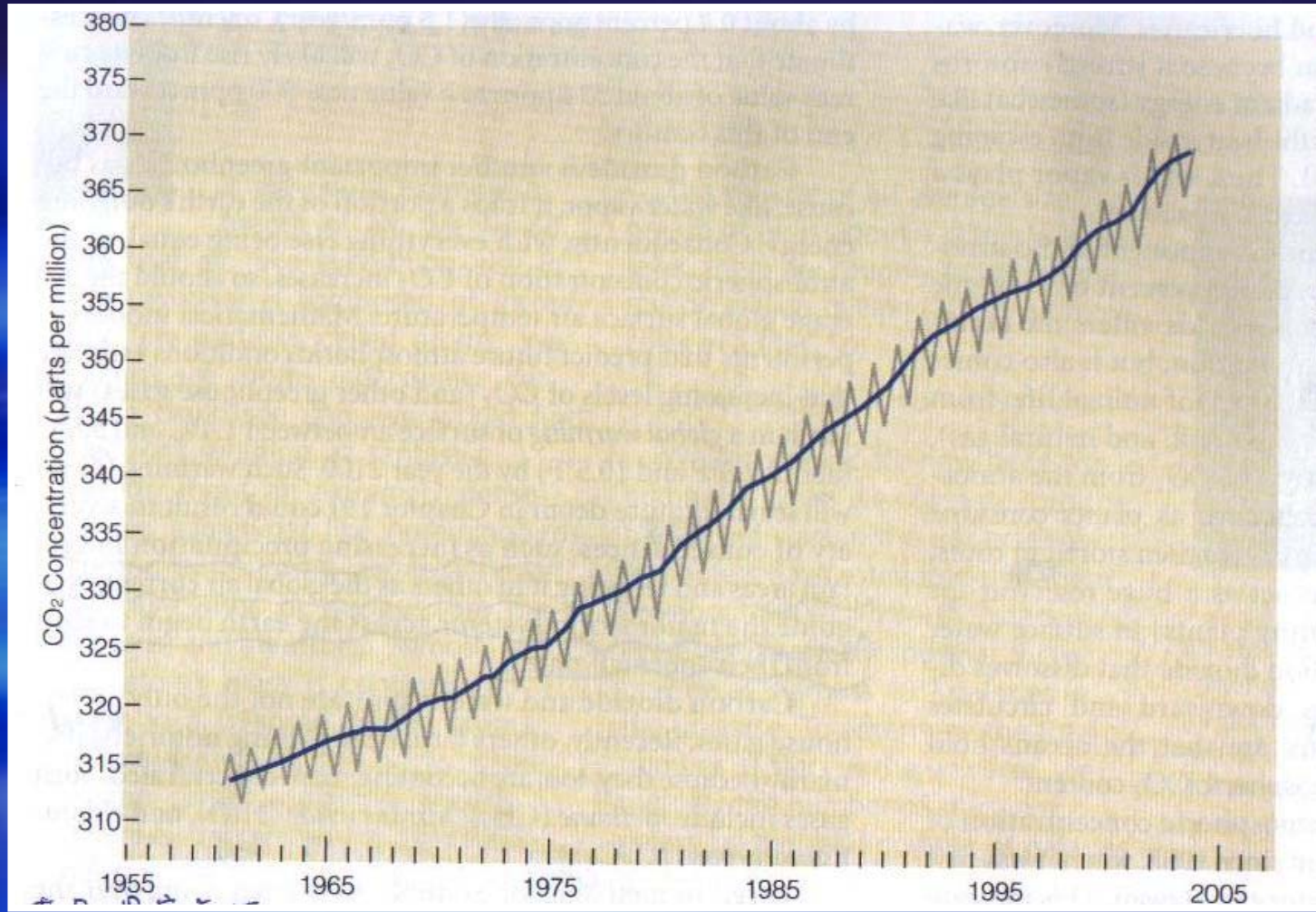


我們呼吸的空氣主要是 N_2 及 O_2 。每次呼出的氣體會進入紊亂的大氣中，並與其他空氣分子混合。所以事實上，我們是共享同一個大氣。

地球的大氣為富含多種氣體的混合物，並有水蒸氣凝結及冰晶組成的雲

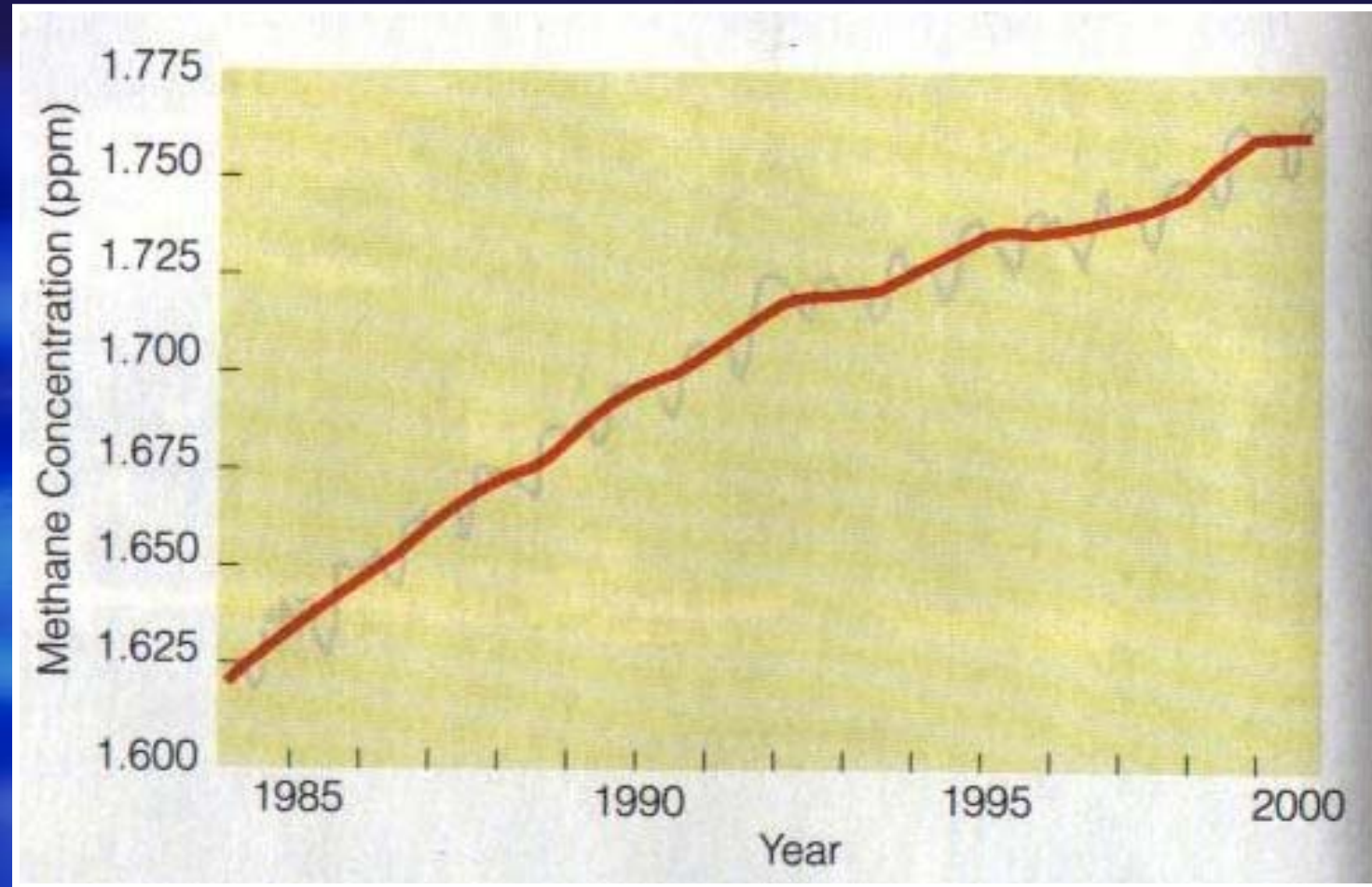


CO₂的濃度



觀測地點：夏威夷 Mauna Loa 天文台；粗線為年平均值

全球大氣中CH₄的平均濃度



火山爆發釋放出大量粒子進入大氣中，並伴隨水氣、CO₂及二氧化硫。

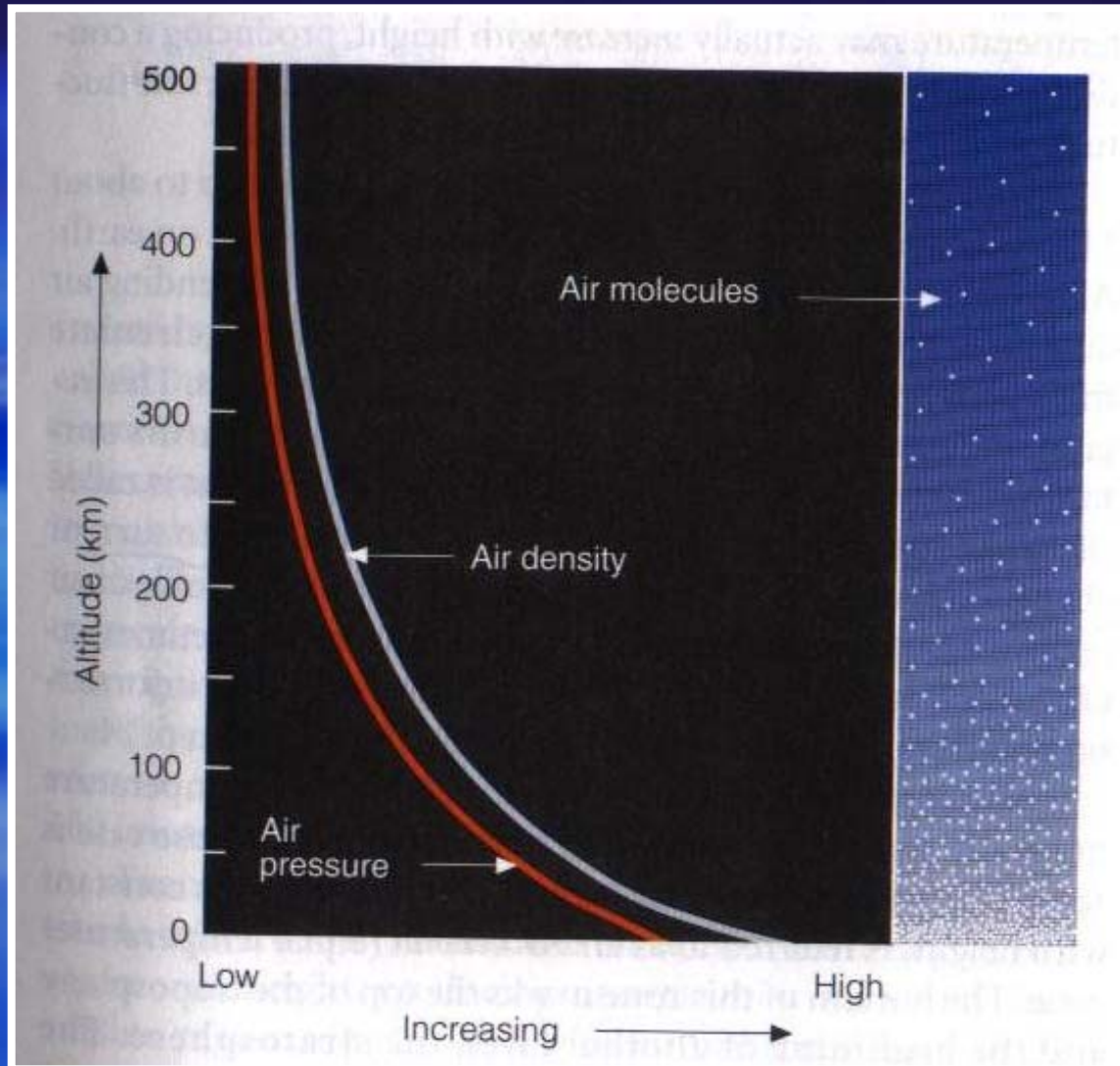


Brief Review I

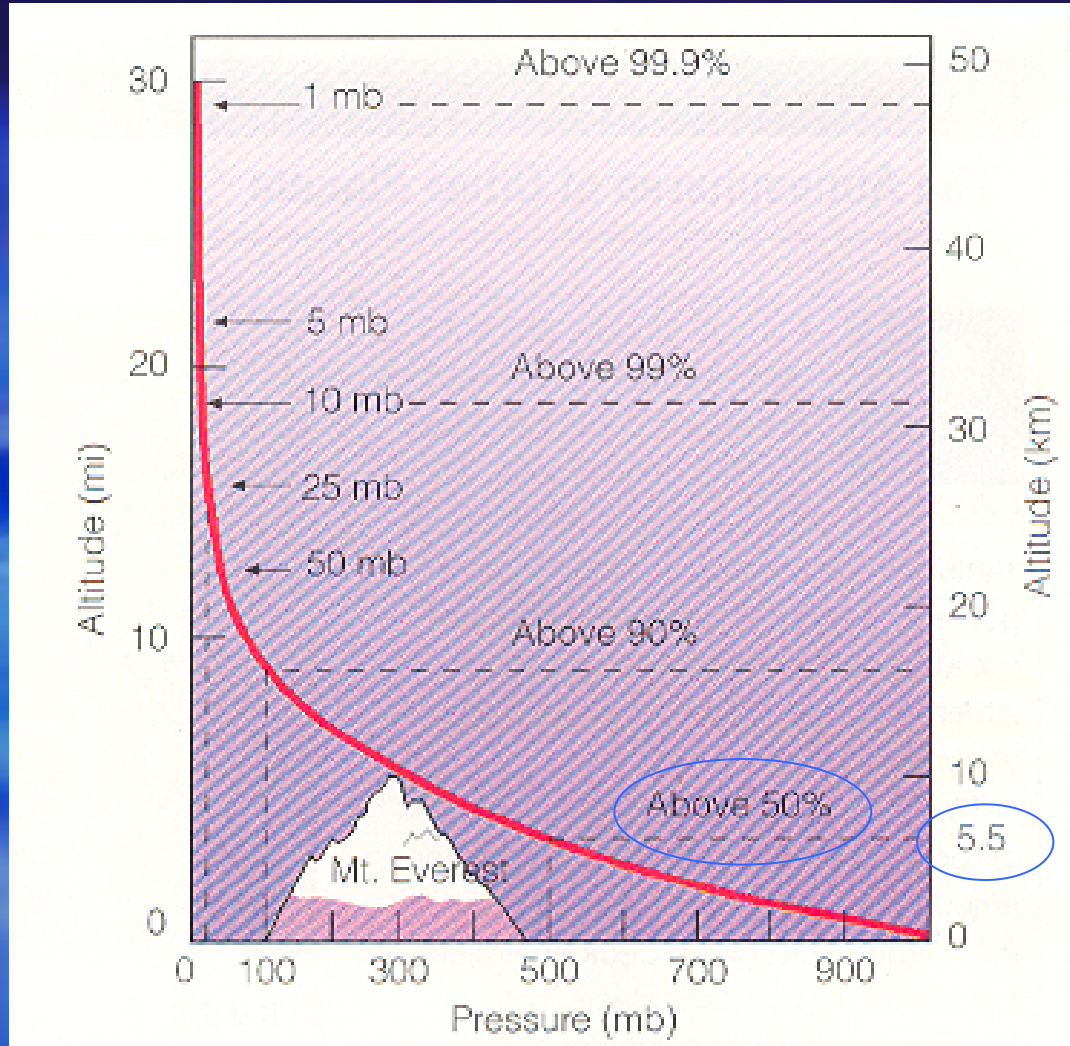
- ④ 地球的大氣是含有很多氣體的混合物，在近地表的乾空氣中， N_2 約佔了78%， O_2 則佔了。
- ④ 水氣可以凝結成液態的雲滴，或是變成易碎的冰晶。在近地表空氣中，水通常佔了少於3%的體積，但在我們的大氣中，水是唯一能以固(冰)、液(水)、氣(水蒸氣)三態共存的物質。
- ④ 水氣與 CO_2 都是重要的溫室氣體。
- ④ 在我們行星上的水大多數是從地球內部加熱除去的气體而得。

Vertical Structure of the Atmosphere

氣壓及密度隨高度降低

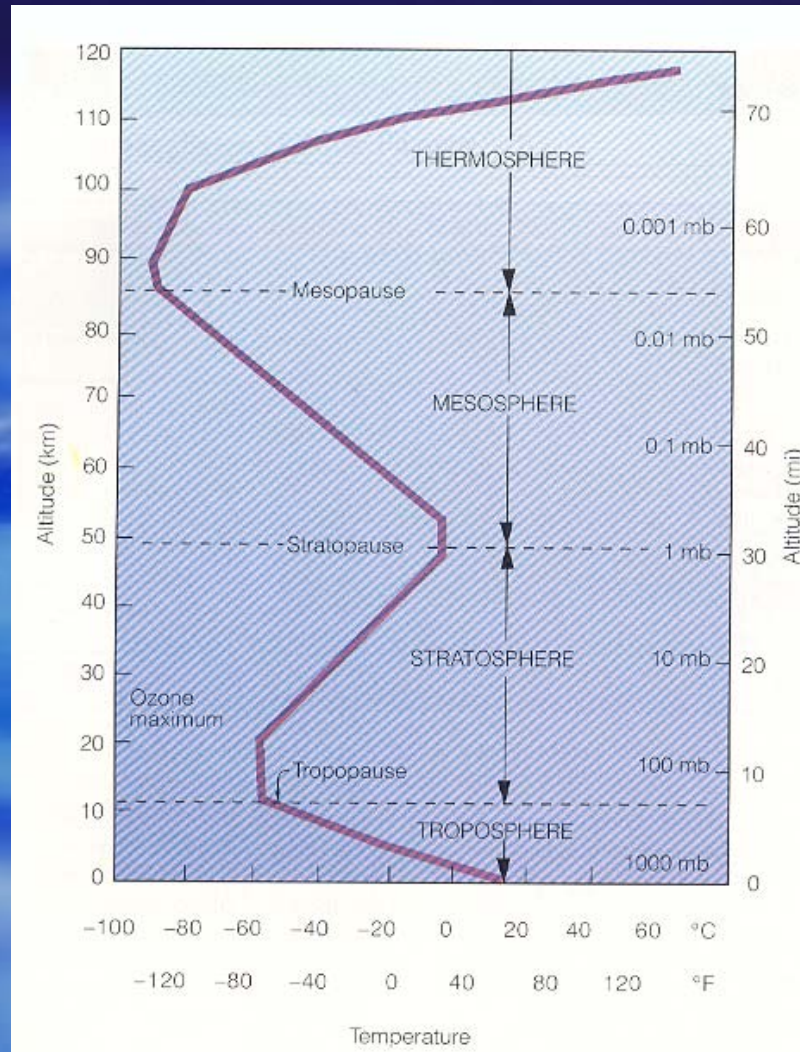


氣壓隨高度急速遞減



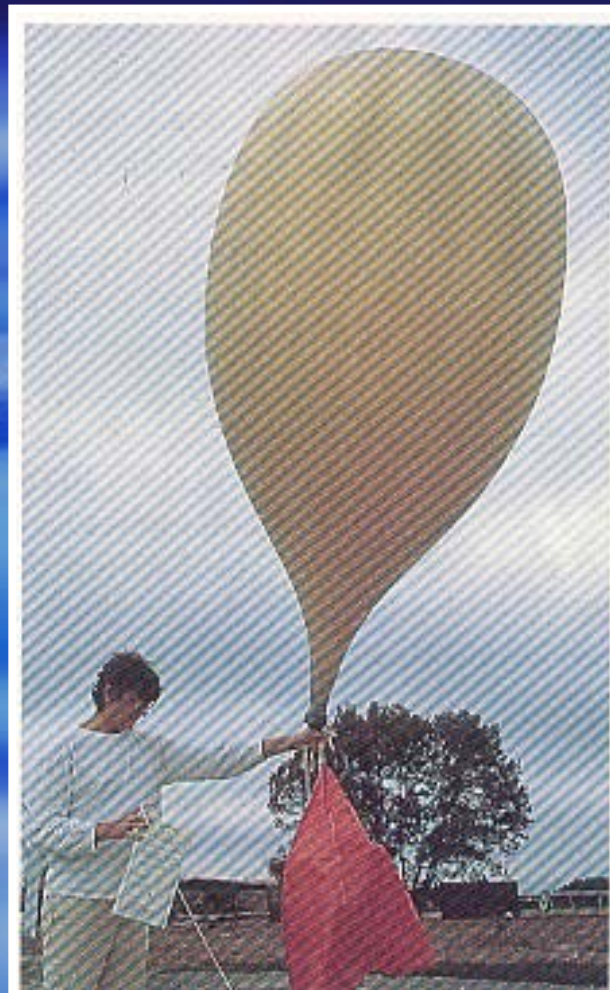
Pressure = force / area ; 1013.25 mb = 1013.25 hPa

大氣的垂直分層 I

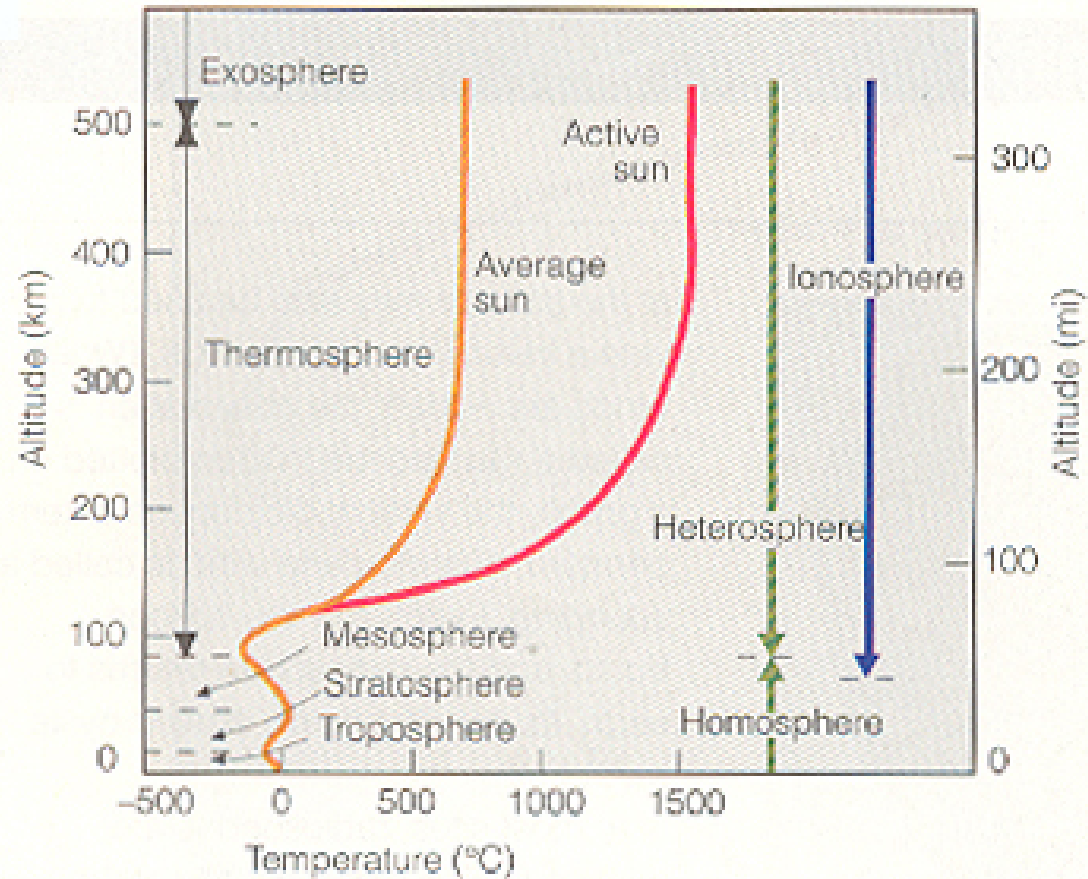


(使用無線電探空儀(radiosonde)探測氣溫來分)

Radiosonde

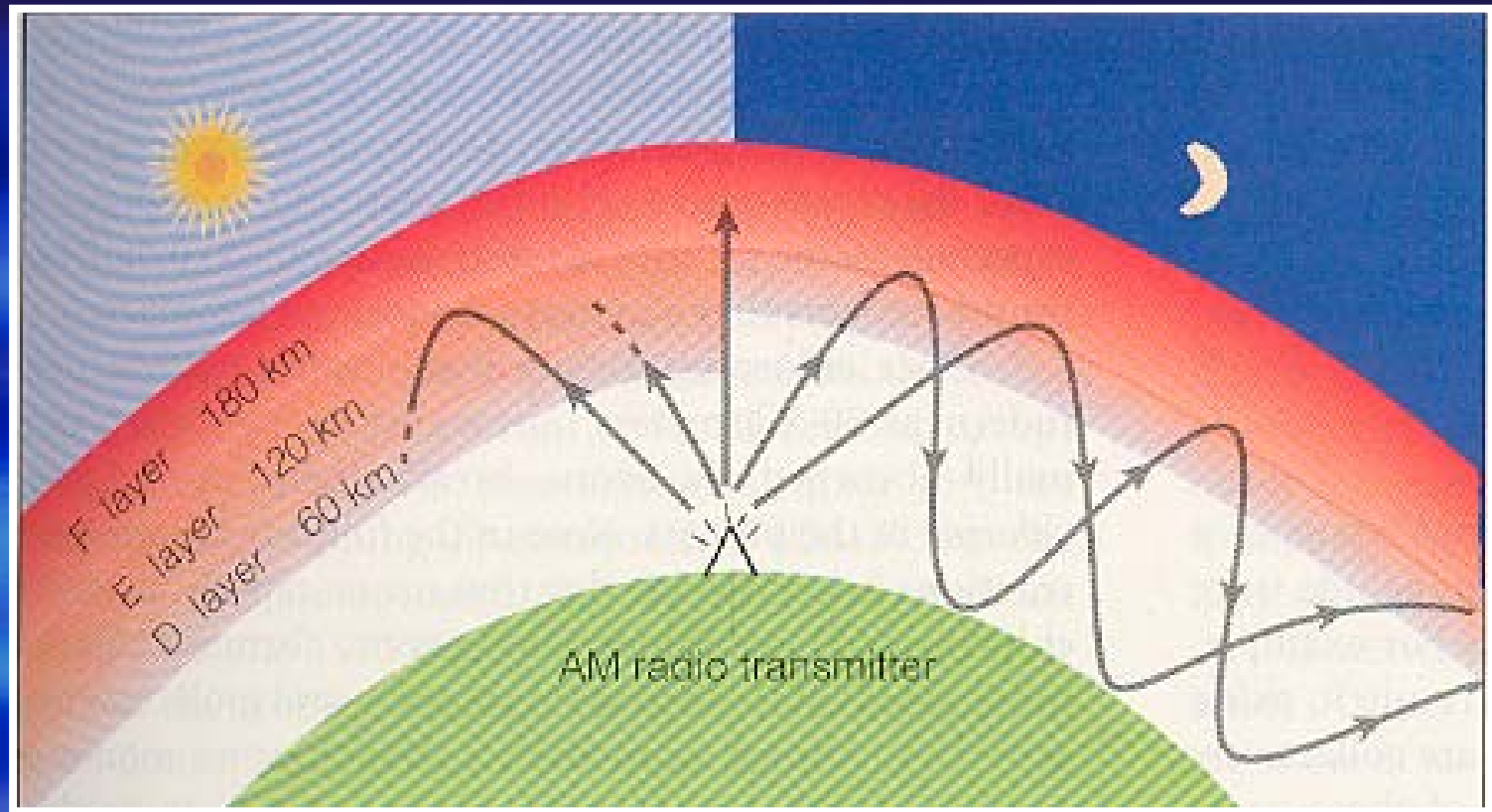


大氣的垂直分層II



以氣溫(red)、組成(green)、電的特性(blue)來分

電離層與無線電波



晚上，F layer 強烈反射AM無線電波，使其可傳送到很遠的距離；白天，D layer 強烈吸收及削弱AM無線電波，使其無法傳送到遠端的接收器。而FM則因波長較短而不受D layer 的限制。

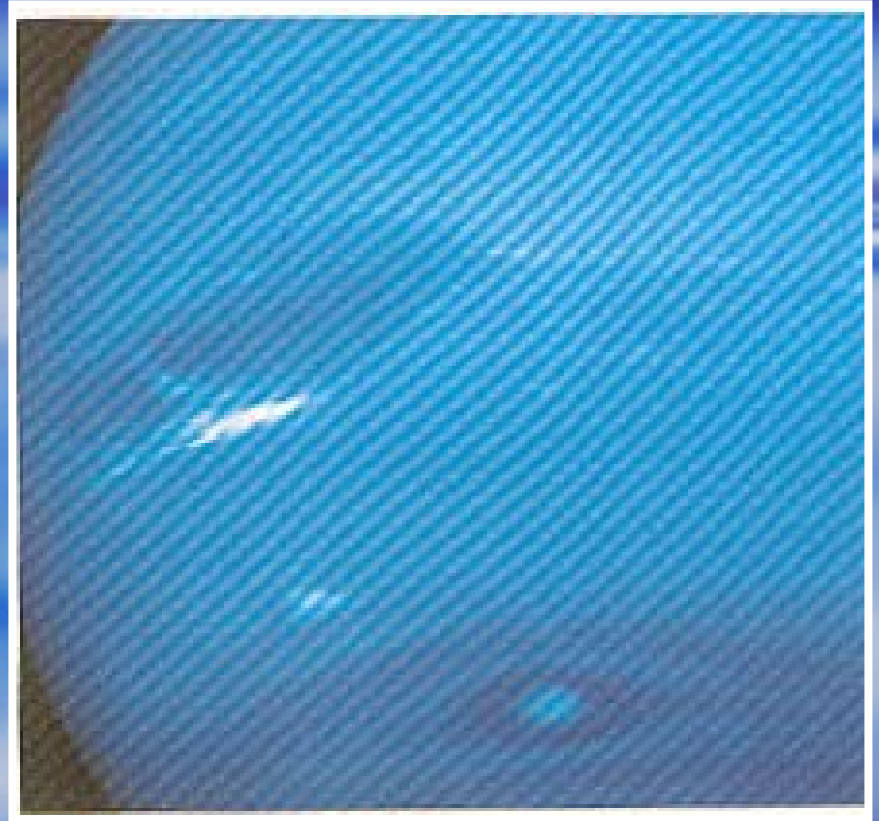
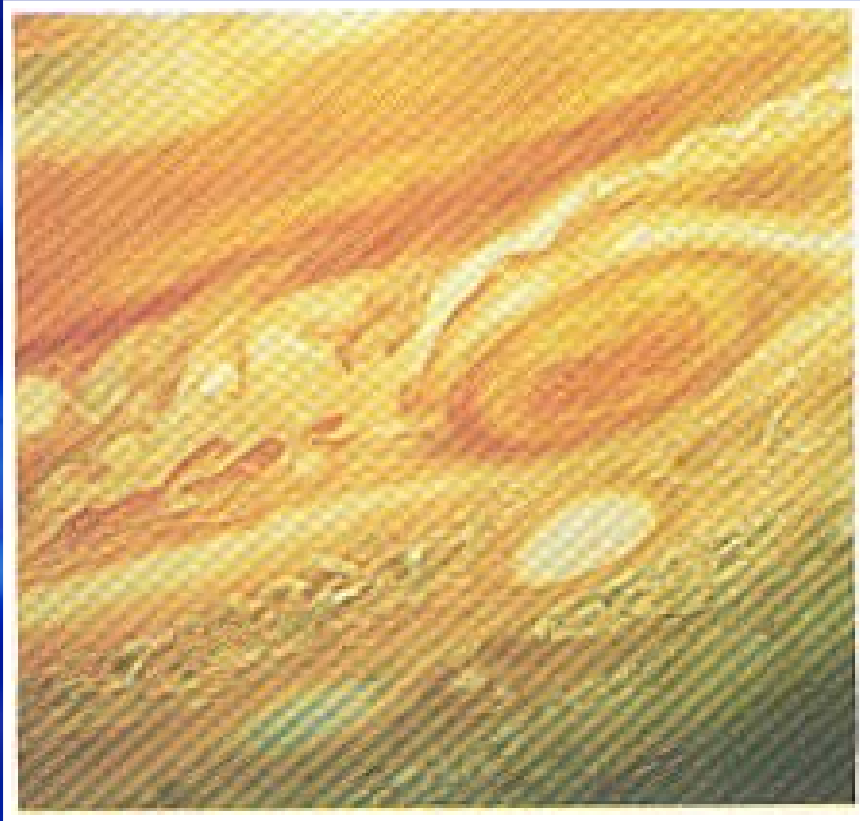
其他星球的大氣

TABLE 1 Data on Planets and the Sun

	DIAMETER		AVERAGE DISTANCE FROM SUN		AVERAGE SURFACE TEMPERATURE		MAIN ATMOSPHERIC COMPONENTS
	Kilometers	Millions of Kilometers	Millions of Kilometers	°C	°F		
Sun	$1,392 \times 10^3$			5,800	10,500	–	
Mercury	4,880	58		260*	500	–	
Venus	12,112	108		480	900	CO ₂	
Earth	12,742	150		15	59	N ₂ , O ₂	
Mars	6,800	228		–60	–76	CO ₂	
Jupiter	143,000	778		–110	–166	H ₂ , He	
Saturn	121,000	1,427		–190	–310	H ₂ , He	
Uranus	51,800	2,869		–215	–355	H ₂ , CH ₄	
Neptune	49,000	4,498		–225	–373	N ₂ , CH ₄	
Pluto	3,100	5,900		–235	–391	CH ₄	

*Sunlit side.

木星及海王星的大氣



Brief Review II

- ◎ 任一層的大氣壓力代表此層上方的空氣重量，且大氣壓力隨高度增加而遞減。
- ◎ 大氣的分層可根據垂直溫度剖面、氣體組成及其電的特性。
- ◎ 地表的臭氧是光化煙霧的主要成分，然而平流層的臭氧卻能保護地表生命不受太陽紫外線的傷害。

Weather and Climate

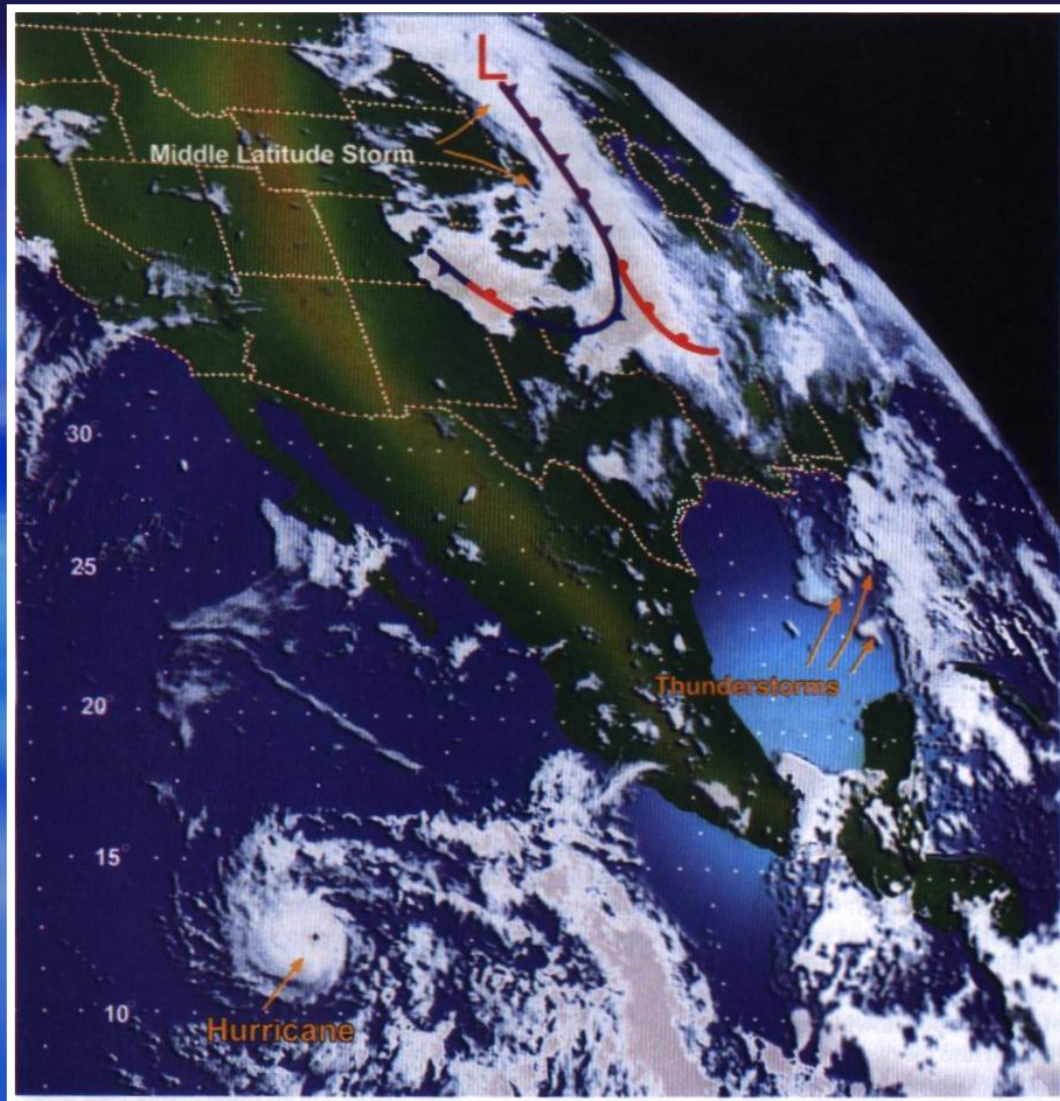
Weather elements

- ⊙ 氣溫：空氣冷熱的程度。
- ⊙ 氣壓：一區域上方的空氣壓力。
- ⊙ 溼度：空氣中水蒸氣含量的測量。
- ⊙ 雲：地球表面可以看見的小水滴和(或)冰晶的聚團。
- ⊙ 降水：任何形式的水，包括液體或固體(雨或雪)，從雲中落下至地面稱之。
- ⊙ 風：空氣的水平運動。
- ⊙ 能見度：可以看見的最遠距離。

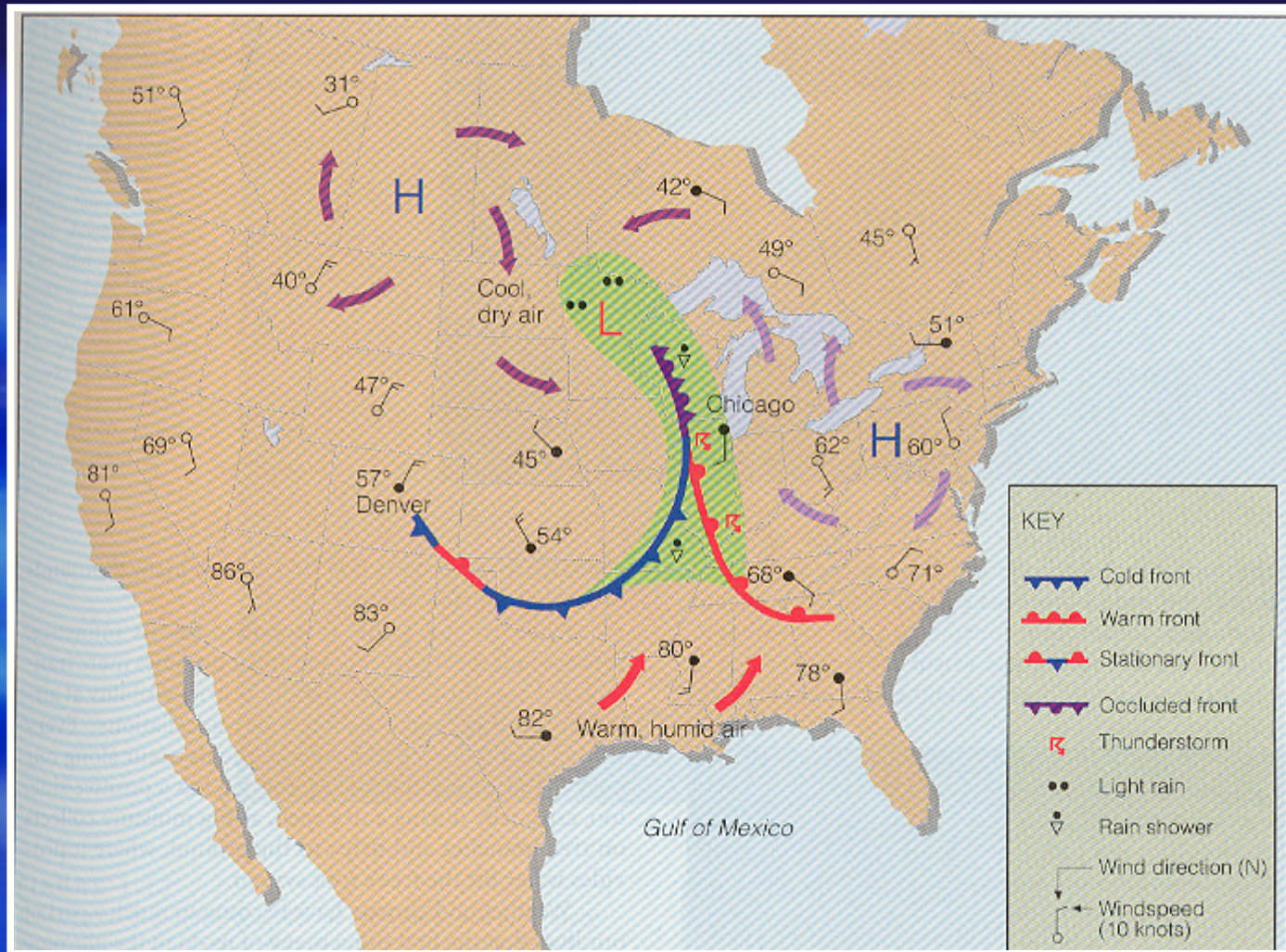
climate

☉ 如果我們測量及觀測到某一個天氣要素一段時間(假設是很多年)，我們會得到此區域的平均天氣狀態，或稱為此區的氣候。

衛星雲圖



簡化的地面天氣圖



綠色陰影區代表降水

Weather and Climate in Our Lives



沿一靠近的冷鋒發展的風暴

Weather and Climate in Our Lives



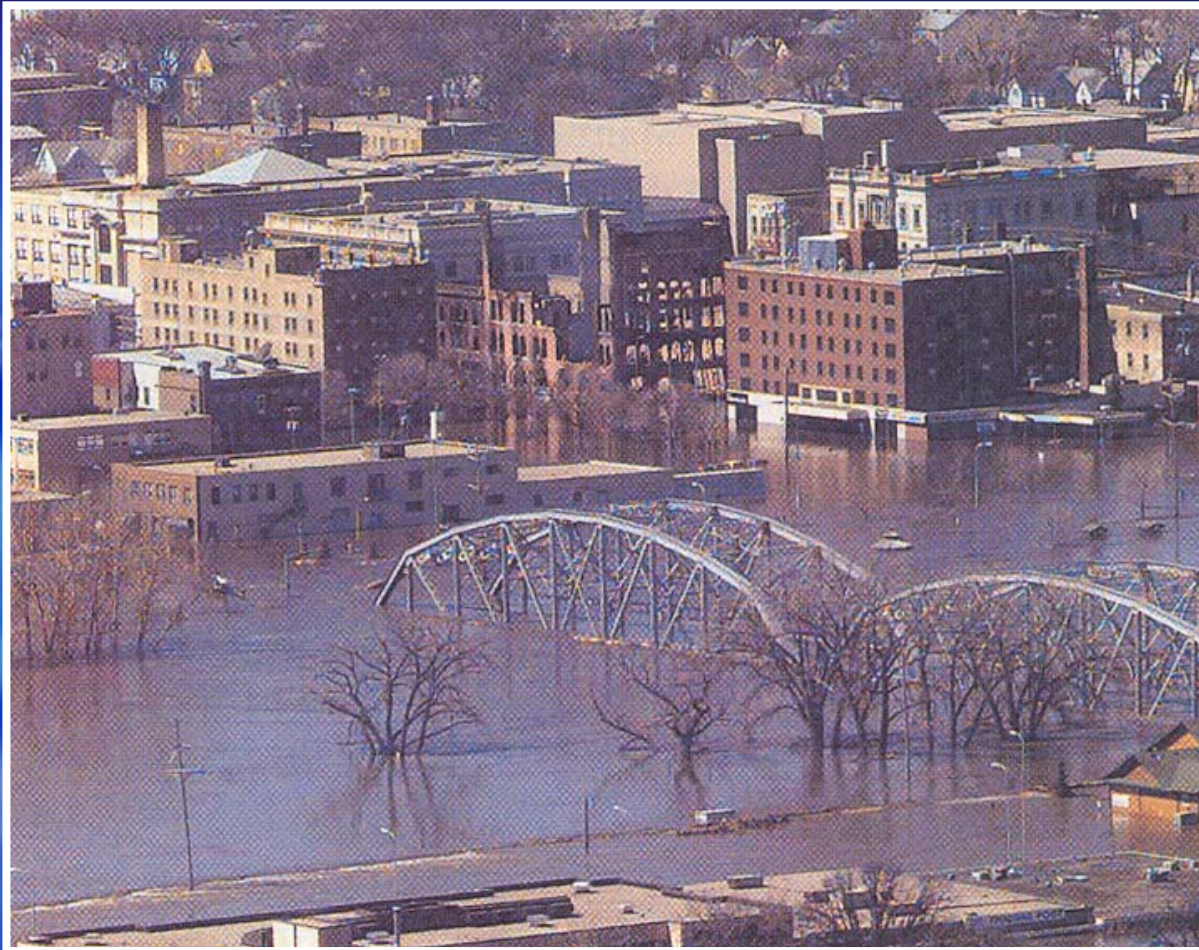
1998.1月的冰暴，殘破的加拿大魁北克

Weather and Climate in Our Lives



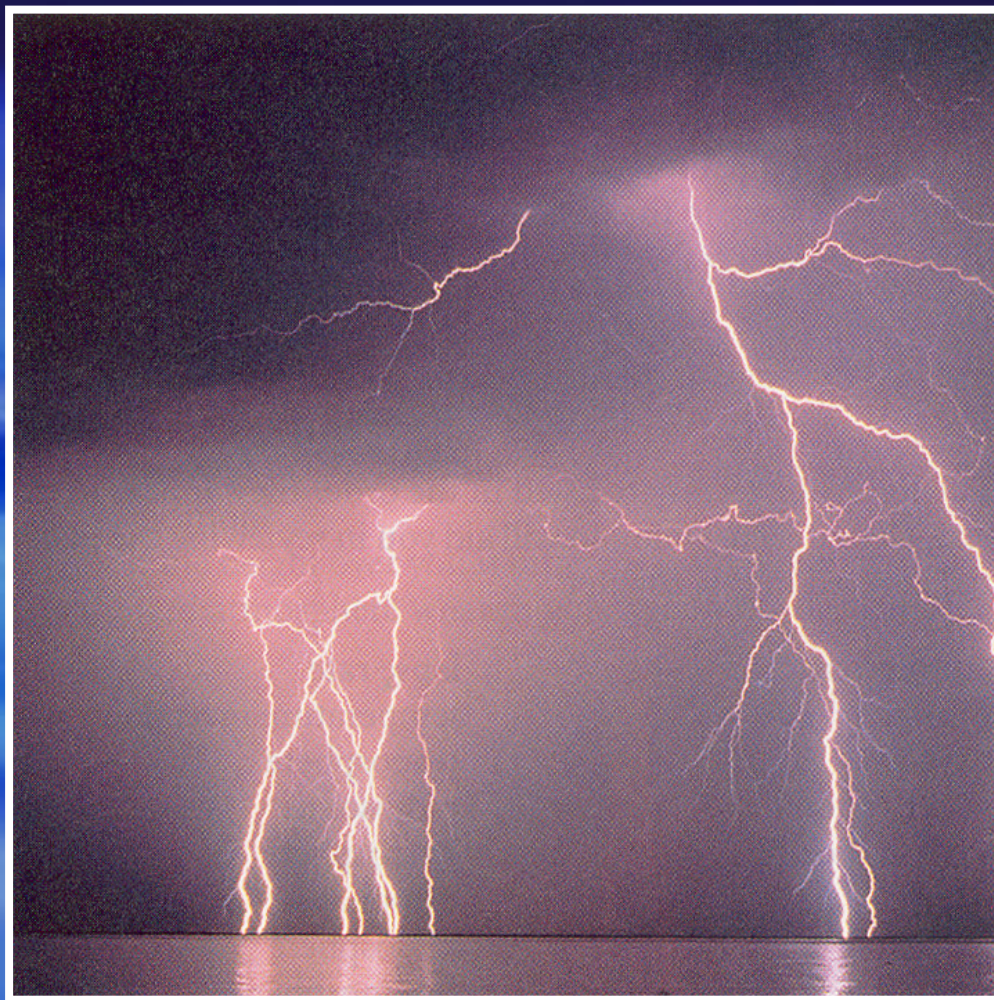
龍捲風

Weather and Climate in Our Lives



1997.4月，紅河的洪水在北達科他州氾濫成災

Weather and Climate in Our Lives



閃電打到地面的頻率每秒有100次