

# Generalità sull'atmosfera

Ottobre 2017

# Outline

# Gas in campo gravitazionale: equazione idrostatica

Gas biatomico in campo gravitazionale

# Gas in campo gravitazionale: equazione idrostatica

Gas biatomico in campo gravitazionale

$$\Delta p = - \langle m \rangle n g \Delta z$$

Legge di stato dei gas perfetti:

# Gas in campo gravitazionale: equazione idrostatica

Gas biatomico in campo gravitazionale

$$\Delta p = - \langle m \rangle n g \Delta z$$

Legge di stato dei gas perfetti:

$$P = nkT$$

# Gas in campo gravitazionale: equazione idrostatica

Gas biatomico in campo gravitazionale

$$\Delta p = - \langle m \rangle n g \Delta z$$

Legge di stato dei gas perfetti:

$$P = nkT$$

Trasformazioni adiabatiche

$$PT^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \text{cost}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{7}{5}$$

per un gas biatomico

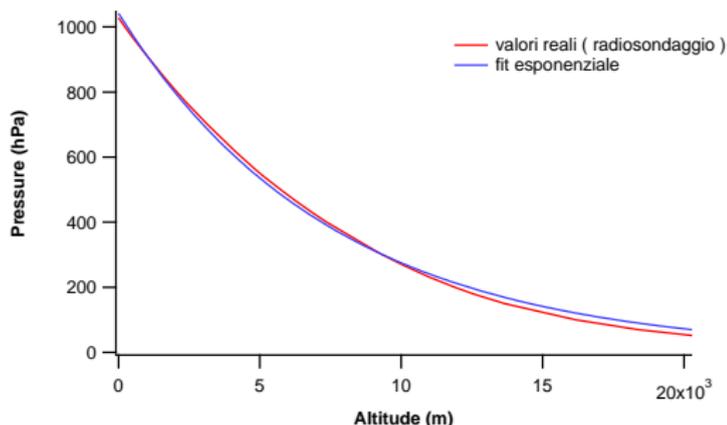
# Variazione della pressione con la quota

Possiamo scrivere  $\frac{dp}{dz} = -\frac{mg}{kT}p$

nei tratti in cui T si può considerare costante:

$$p(z) = p(z_0)e^{-\frac{z-z_0}{H}}$$

$$H(T) = \frac{kT}{mg}$$



## Andamento della temperatura

La temperatura, come sappiamo, non e' costante con la quota. Supponendo che una particella d'aria segua una trasformazione adiabatica si deve avere, ponendo

$$\alpha = \frac{\gamma}{1 - \gamma} \quad (1)$$

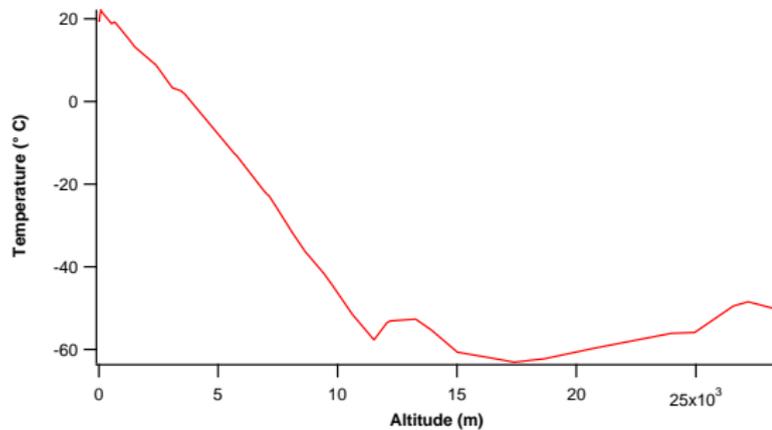
$$\frac{dP}{P} + \alpha \frac{dT}{T} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{mg}{kT} dz = -\alpha \frac{dT}{T} \quad (3)$$

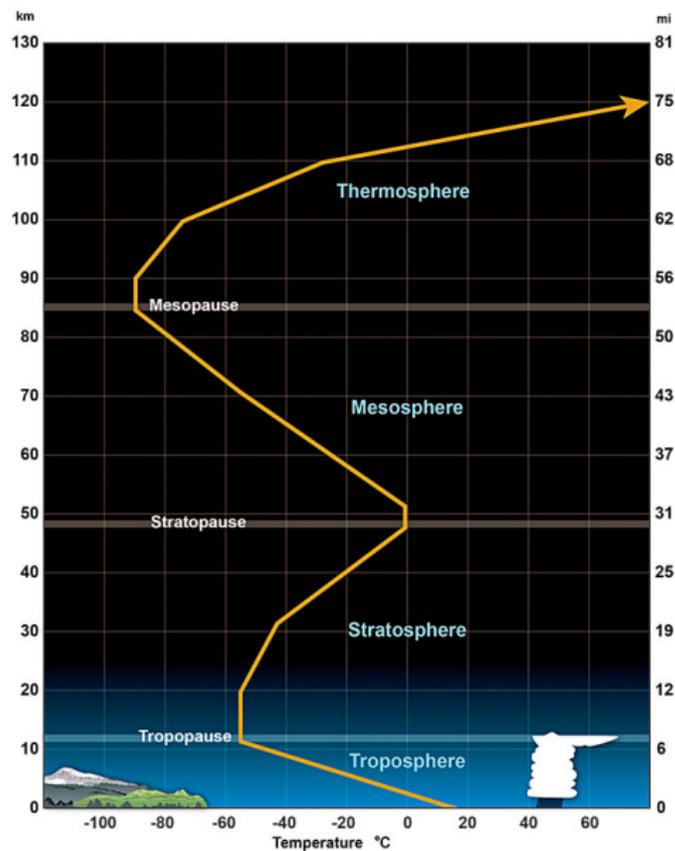
$$\frac{dT}{dz} = \frac{mg}{k\alpha} dz = \quad (4)$$

# Andamento della temperatura

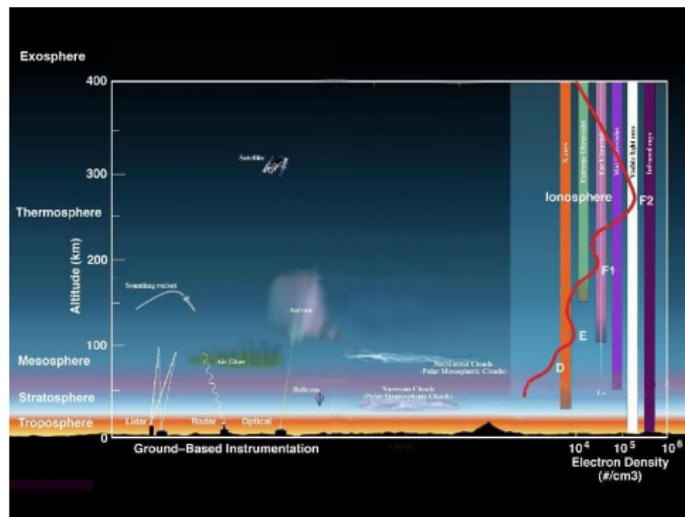
Andamento reale della temperatura:



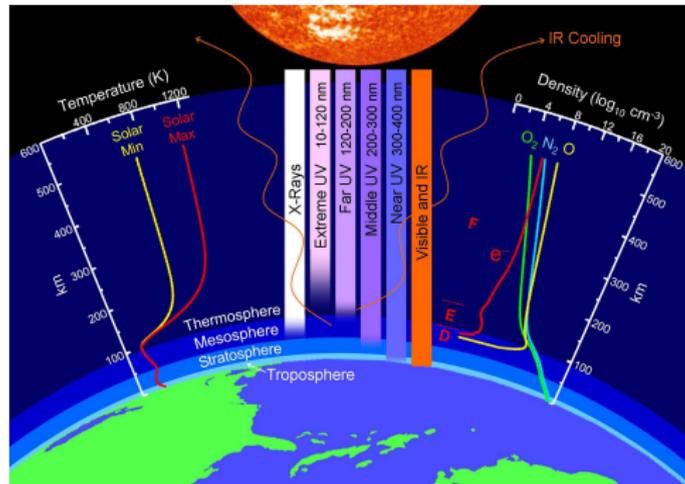
# Strati dell'atmosfera



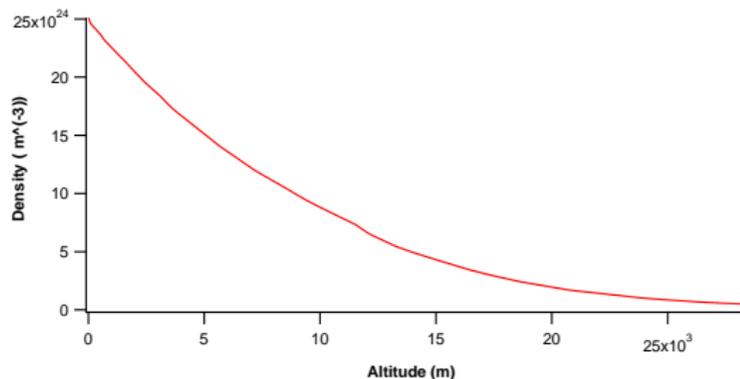
# Strati dell'atmosfera-2



# Strati dell'atmosfera-3



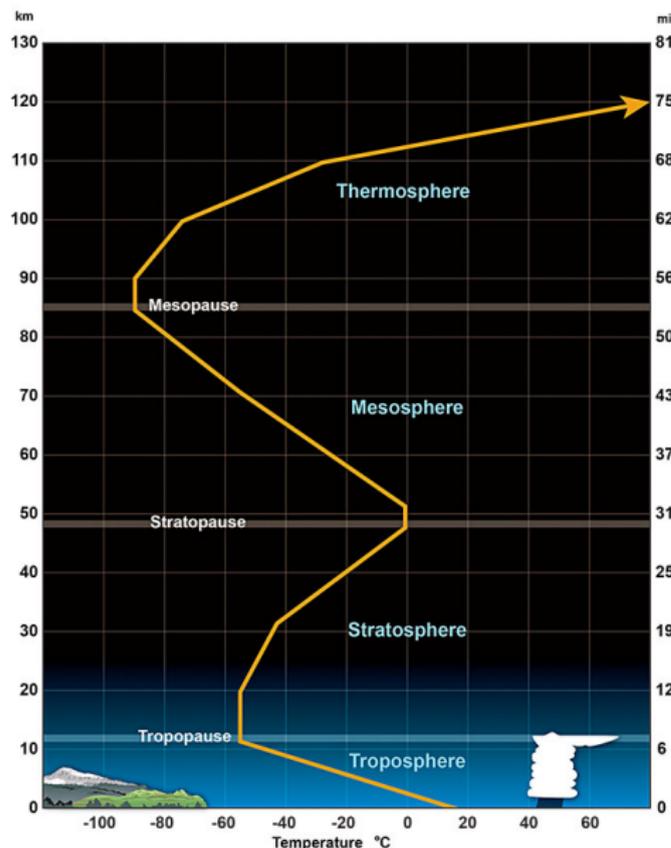
# Densità dell'atmosfera-3



Troposfera e

Stratosfera contengono il 99% della massa dell'atmosfera.

# Andamento della temperatura



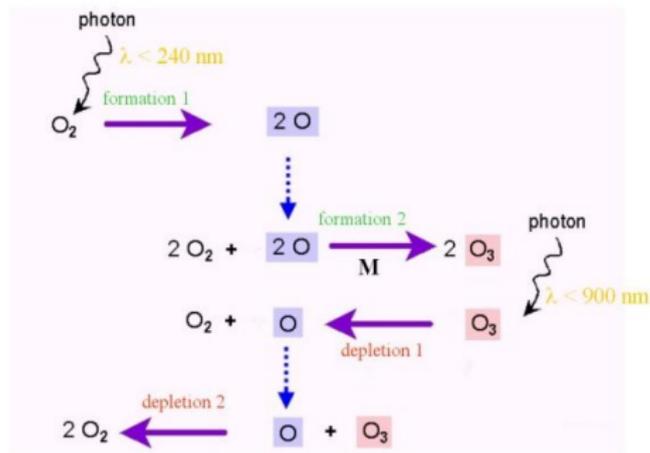
- ▶ **Termosfera:** l'assorbimento di radiazione UV
- ▶ **Mesosfera:** la radiazione nell'UV lontano é estinta
- ▶ **Stratosfera:** la densità crescente favorisce la formazione di ozono;
- ▶ **Troposfera:** la maggior parte dell'UV residuo é assorbita

# Composizione dell'atmosfera

$N_2$	78.08%
$O_2$	20.95
$Ar$	0.93
<b><math>H_2O</math></b>	0 – 5%
<b><math>CO_2</math></b>	380 ppm
$Ne$	18. ppm
$He$	5 ppm
<b><math>CH_4</math></b>	1.75 ppm
$Kr$	1 ppm
$H_2$	0.5 ppm
<b><math>N_2O</math></b>	0.3
<b><math>O_3</math></b>	0 – 0.01 ppm

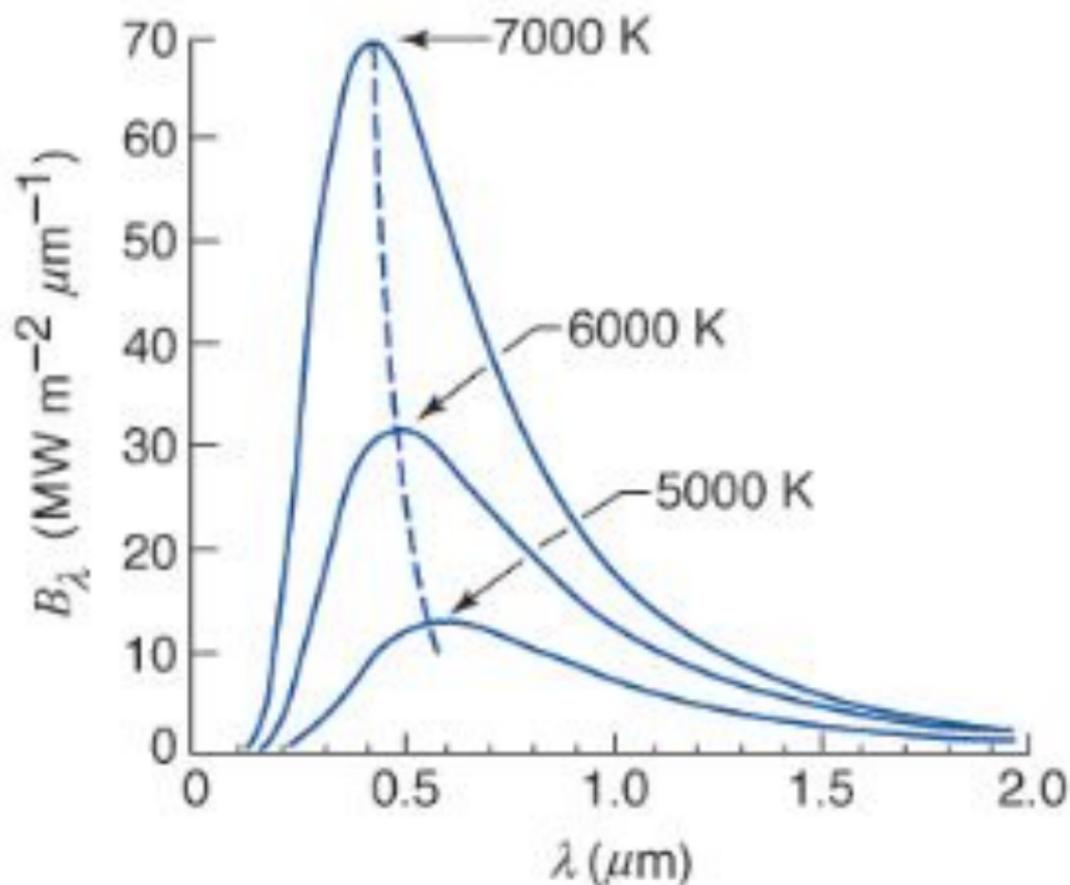
# Ozono stratosferico

## Ozone cycle in Stratosphere (Chapman, 1930)

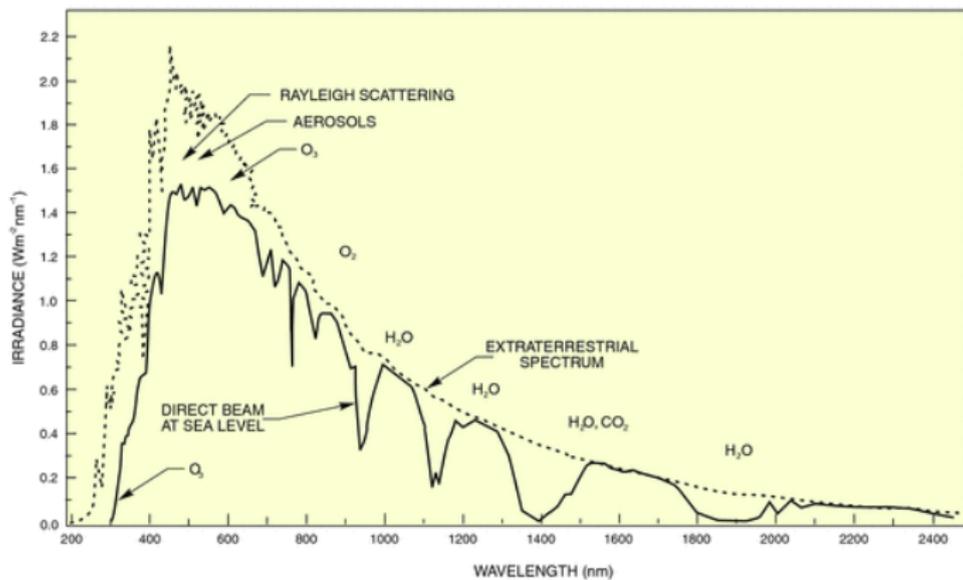


# Outline

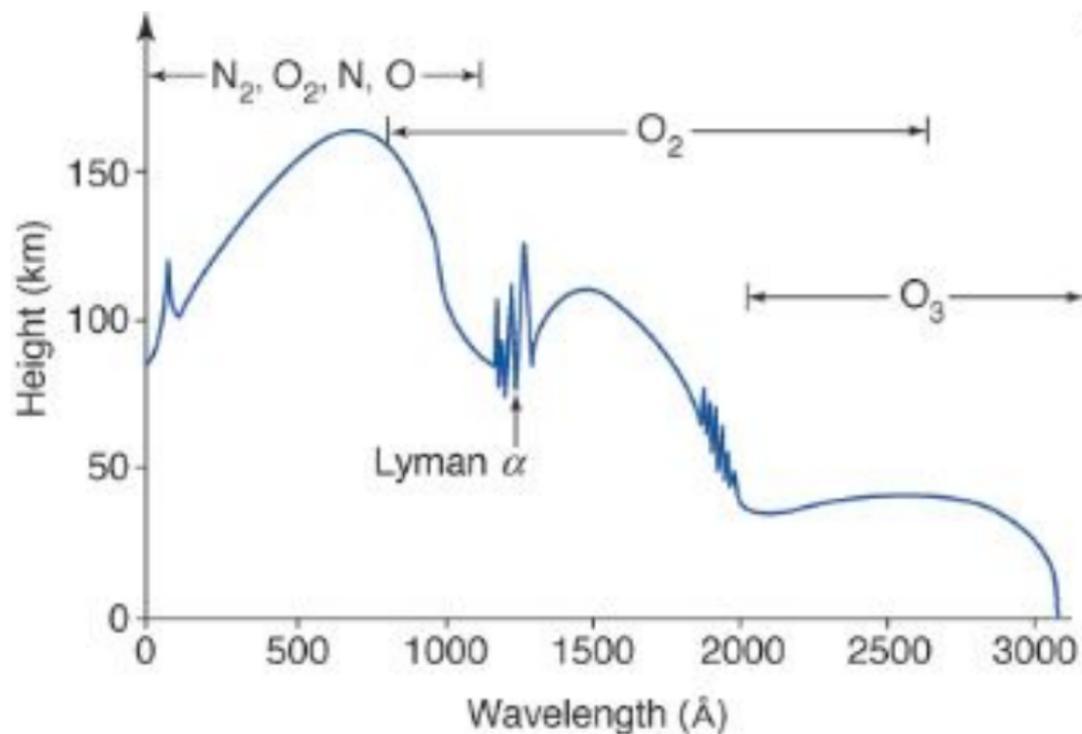
## Spettri di corpo nero



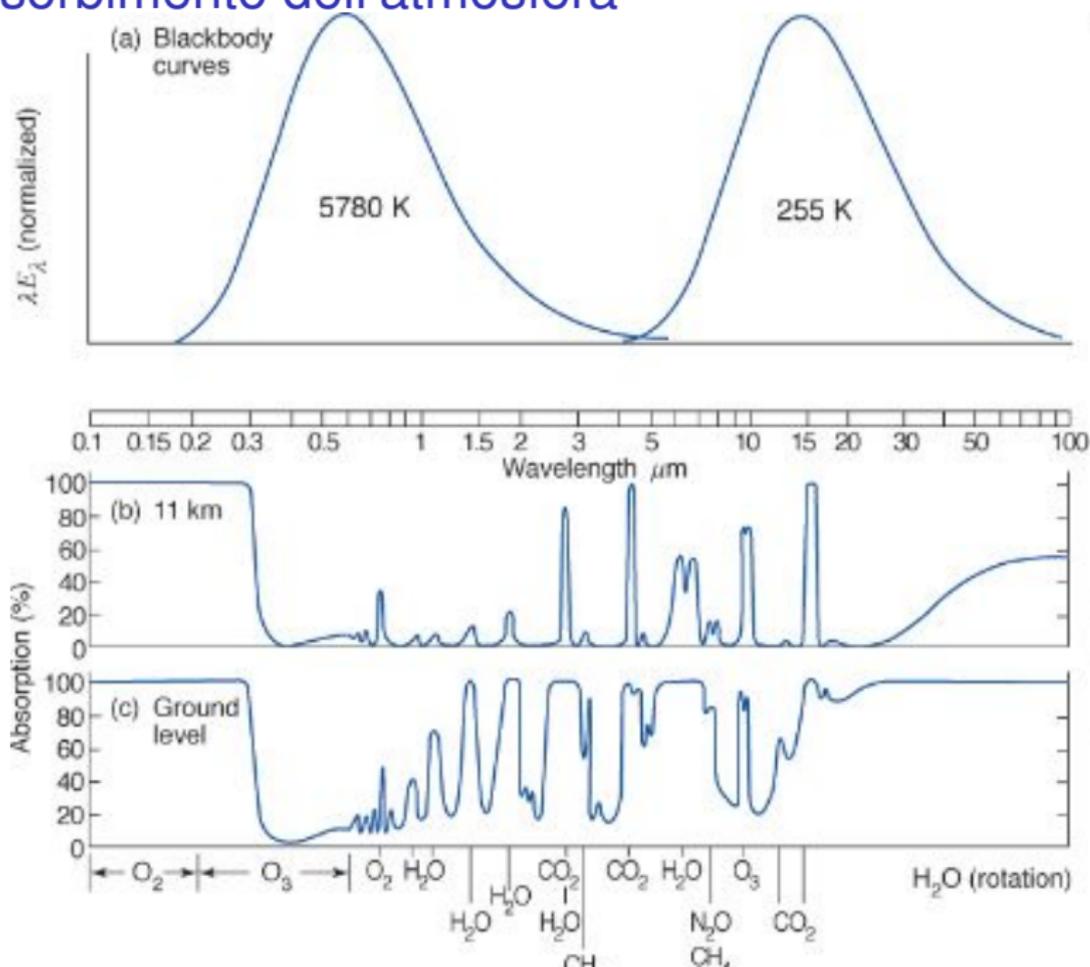
# Lo spettro solare



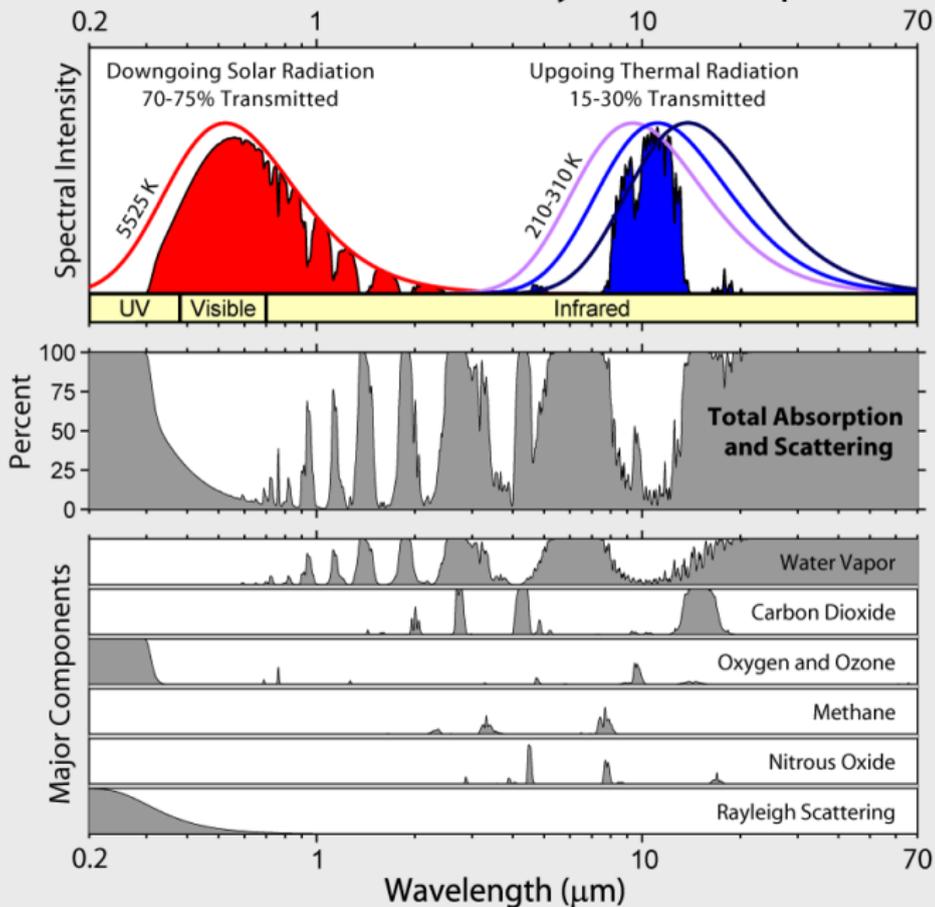
# Penetrazione della radiazione UV



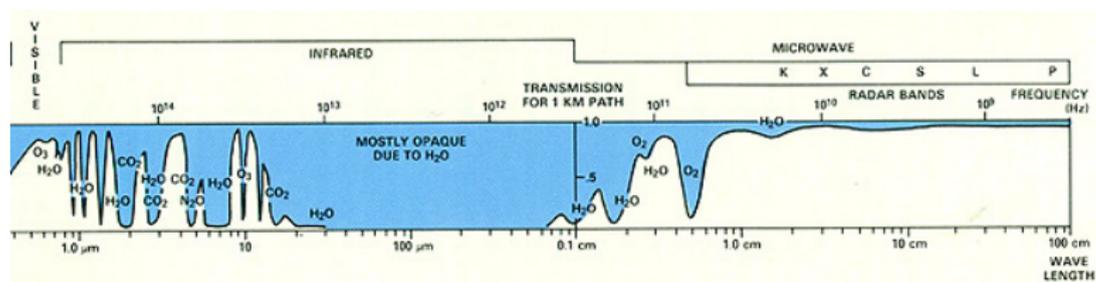
# Assorbimento dell'atmosfera



# Radiation Transmitted by the Atmosphere



# "Finestre" spettrali



# Outline

# Assorbimento e scattering

Sezione d'urto di assorbimento per una singola transizione di una molecola:

$$\sigma_{abs}(\nu) = \sigma_{abs}^0 * g(\nu - \nu_0)$$

con

$$\int_0^{\infty} g(\nu - \nu_0) d\nu = 1$$

$g(\nu)$  dipende da  $T, p$

Attenuazione della radianza:

$$L(z, \nu) = L(0, \nu) \exp\left(-\int_0^z n(z) \sigma_{abs}(\nu) dz\right)$$

nota la sezione d'urto si può invertire e trovare la densità dell'assorbitore.

## Caso generale

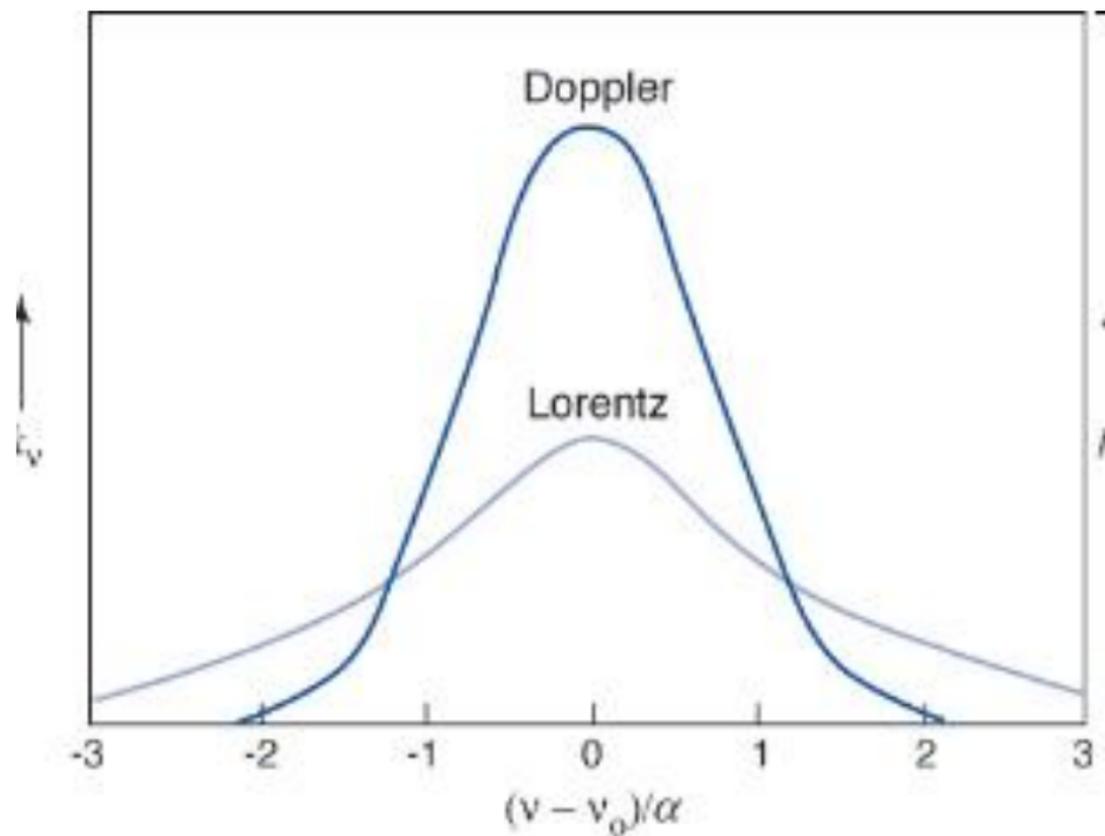
Possono esserci piú transizioni che contribuiscono all'assorbimento a una frequenza e piú molecole.

$$\alpha_{abs}(\nu) = \sum_{i,j} n_i \sigma_{i,j}^0 * g(\nu - \nu_{i,0j})$$

Inoltre si é interessati alla radianza in un intervallo di frequenze:

$$L(z, \Delta\nu) = \int_{\Delta\nu} d\nu L(0, \nu) \exp\left(-\int_0^z \alpha_{abs}(\nu, p(z), T(z), z) dz\right)$$

## Forma di riga - profilo Voigt



# scattering Rayleigh

Onda EM induce un dipolo  $p = \alpha E$

Il dipolo irradia una potenza totale:

$$W = \frac{ck^4}{12\pi\epsilon_0} |p|^2$$

La sezione d'urto si scrive come la potenza totale diviso l'irradianza dell'onda incidente:

$$\sigma_{mol} = \frac{W}{\frac{1}{2}c\epsilon_0|E0|^2} = \frac{k^4\alpha^2}{6\pi\epsilon_0^2}$$

Per luce incidente non polarizzata:

$$p(\theta) = \frac{3}{4}(1 + \cos(\theta)^2)$$

# Calcolo del coefficiente di scattering molecolare

Usando la relazione tra polarizzabilità e indice di rifrazione

$\alpha N = 3\epsilon_0 \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$  si trova

$$\alpha_{sca} = \frac{24\pi^3}{\lambda^4} \left( \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} \right)^2 \frac{1}{N}$$

ci si riferisce spesso all'indice di rifrazione in condizioni standard ( 300 K, 1000 hPa )

$$\alpha_{sca} = \frac{24\pi^3}{\lambda^4} \left( \frac{n_s^2 - 1}{n_s^2 + 1} \right)^2 \frac{N}{N_s^2}$$

# Calcolo del coefficiente di scattering molecolare

