

Clase 1

La atmósfera terrestre

Preguntas claves:

1. ¿Cuan grande es la atmósfera?
2. ¿De que esta compuesta la atmósfera?
3. ¿Cuál es la estructura de la atmósfera?
4. ¿Cómo interactúa la atmósfera con otros subsistemas planetarios?

¿Cuan alta es la atmósfera?

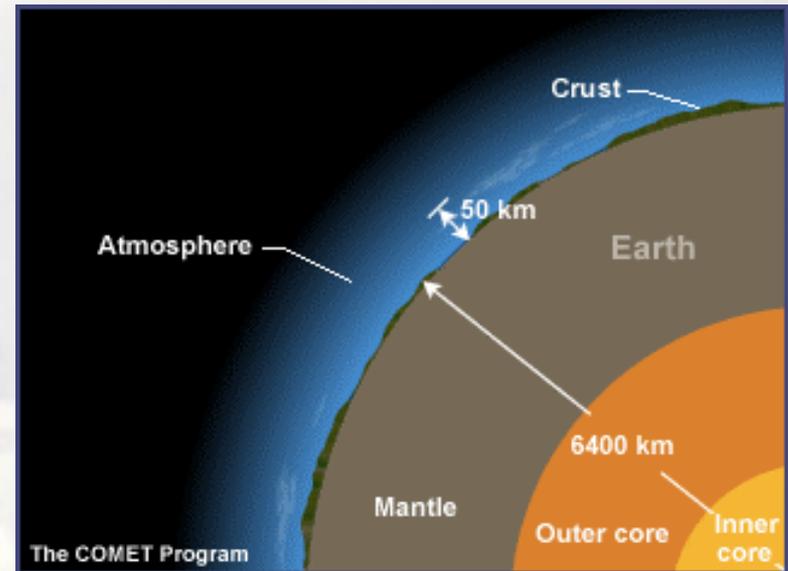
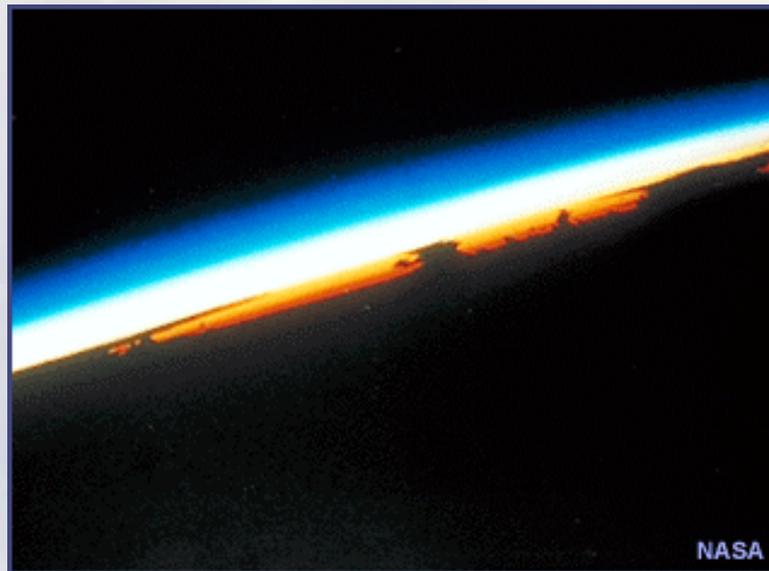
La atmósfera es la capa gaseosa que rodea al planeta tierra (otros planetas también tienen esta envolvente). La experiencia nos indica que el aire se hace menos denso con la altura, una señal que la atmósfera tiene un límite vertical.

Una primera aproximación de ese límite fue obtenida en el año 1025 (Alhazen), considerando el tiempo que transcurre desde que el sol se pone en el horizonte y comienza la noche. Esto se debe a que rayos solares son reflejados por las moléculas de aire hacia la superficie de la tierra. El ocaso dura cerca de 36 min. Durante ese periodo la tierra gira: $0.6h * 360^\circ / 24 = 9^\circ$.

Como $\cos(9^\circ) = R / (R+H)$, donde R =radio terrestre= 6400 km $\rightarrow H \sim 60$ km



Entonces, podemos re-nombrar a la atmósfera como la *delgada* envolvente gaseosa de la tierra (99% de su masa bajo los 50 km)



¿Cuanto pesa la atmósfera?

Absolute and Relative Masses of Earth System Components

Solid Earth: $M_e = 5.98 \times 10^{24}$ kg

Oceans: $M_o = 1.39 \times 10^{21}$ kg = $(2 \times 10^{-4})M_e$ ($p \approx 265$ bar)

Atmosphere: $M_a = 5.14 \times 10^{18}$ kg = $(4 \times 10^{-3})M_o$ ($p \approx 1.013$ bar)

Biosphere:

1 bar = 10^3 mb = 10^5 N/m² = 10^5 Pa

1 atm = 1.013 bar

¿De que esta hecha la atmósfera?

COMPOSITION OF EARTH'S ATMOSPHERE (BY NUMBER OF MOLECULES, %)

Major constituents:

N₂ (78.1) **O₂** (20.9)

Active minor constituents:

H₂O (0.48) **CO₂** (0.035) **O₃** (0.000007)

CH₂ (0.00017) **N₂O** (0.00003) **CFC's** (0.00000014)

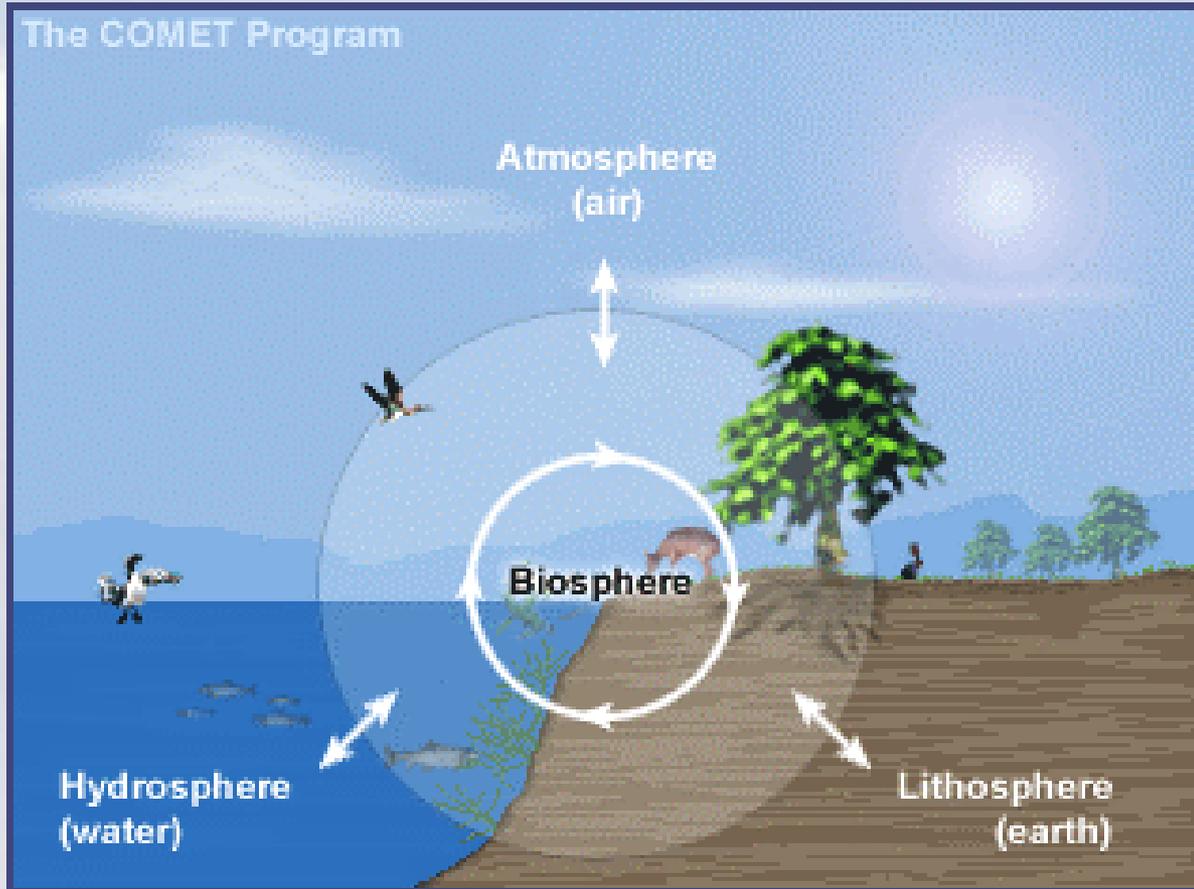
H₂O liq.+ice (0.002) **aerosols** (0.00000002)

Inactive minor constituents:

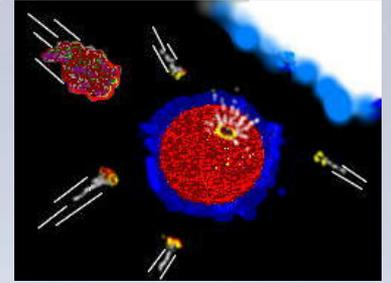
Ar (0.93) **Ne** (0.0018)

He (0.00052) **Kr** (0.00010)

La atmósfera interactúa con los otros subsistemas del planeta en una extenso rango de escalas de tiempo y espacio....



Una interesante muestra de estos intercambios lo constituye la **historia de la atmósfera...**



Historia de la Atmósfera

- El planeta tierra se formó hace unos 4.500 millones de años (Ma). Su atmósfera consistía probablemente de gases abundantes en el sistema solar: Hidrogeno (H) y Helio (He).
- Ambos gases son muy livianos y eventualmente se perdieron hacia el espacio:

Vel. escape campo gravitacional = 11 km/s

Vel. típica de una molécula = $(2kT / Mm)^{0.5}$ (M: peso molecular)

Vel. típica H = 3 km/s (M=1)....probabilidad de escape: 1/1e6

Vel. típica O = 0.8 km/s (M=16)....probabilidad de escape: 1/1e80

(En ambos casos $z=500$ km, $T=600$ K).



Historia de la Atmósfera

- Emisiones volcánicas y enfriamiento del magma inyectaron H_2O , CO_2 , SO_2 , N_2 , H_2 , Cl_2 a la atmósfera primitiva.
- Enfriamiento de la atmósfera primitiva permitió que vapor de agua condensara y precipitara para formar los océanos.
- Parte del CO_2 se disolvió en las gotas y también precipitó, incorporándose al océano.

Cyanobacterias: Arquitectas de la atmósfera terrestre



<http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/cyanointro.html>

Aparece la vida....

3.900 millones de años atrás, bacterias anaeróbicas (cianobacterias) en el océano comenzaron a producir O₂ a través de la reacción foto-sintética:



La reacción anterior requiere luz visible. Bacterias ubicadas cerca de la superficie para recibir luz, pero no tan cerca como para “quemarse” con la radiación UV.

Alternativa (no excluyente) de la formación de Oxígeno:

Otra fuente posible de Oxígeno es la fotodisociación del Hidrogeno:



Oxígeno presente en la atmósfera primitiva fue inicialmente consumido en la oxidación de las rocas. Sin embargo, hacia unos 600 Ma el nivel del O_2 había alcanzado 1-10% de los valores actuales.

La acumulación del O_2 en la atmósfera conlleva la formación de una capa de Ozono (O_3) a través de las reacciones:



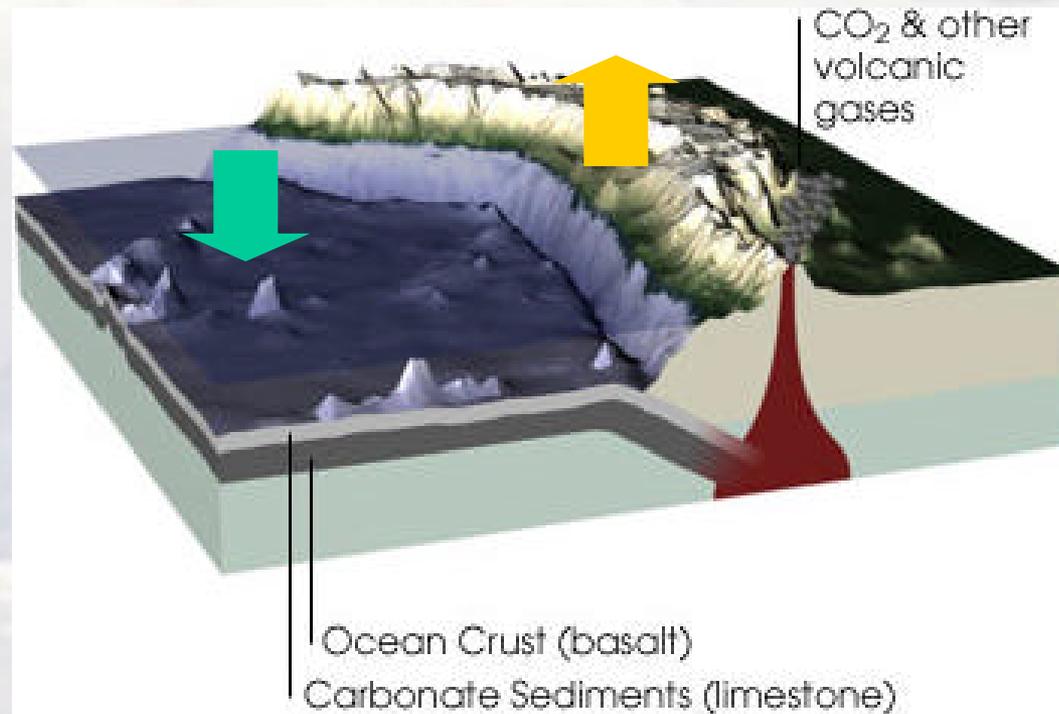
La primera reacción “consume” la radiación Ultravioleta (UV), de forma que la formación de la capa de Ozono permite que los organismos vivos se acerquen a la superficie del océano y eventualmente salgan a la tierra unos 400 Ma atrás.

Historia de la Atmósfera

Existencia de biosfera en la tierra explica también la baja concentración de CO_2 .

Algunas de estas moléculas son fijadas por los animales, los cuales una vez muertos forman los sedimentos marinos. Estos a la vez entran a la corteza terrestre a través de la subducción y el CO_2 puede regresar a la atmósfera durante erupciones volcánicas.

CO_2 en la atmósfera también reacciona con algunos minerales que son disueltos por la lluvia y llevados al mar donde también precipitan en el fondo marino.



Tarea 1

- Investigar la composición de la atmósfera de Marte y Venus (Júpiter y Saturno). Enfatizar las similitudes y diferencias entre esas atmósferas y la terrestre.
- ¿Que procesos pueden explicar algunas de esas similitudes y diferencias?