

# Tema 6

## La atmósfera





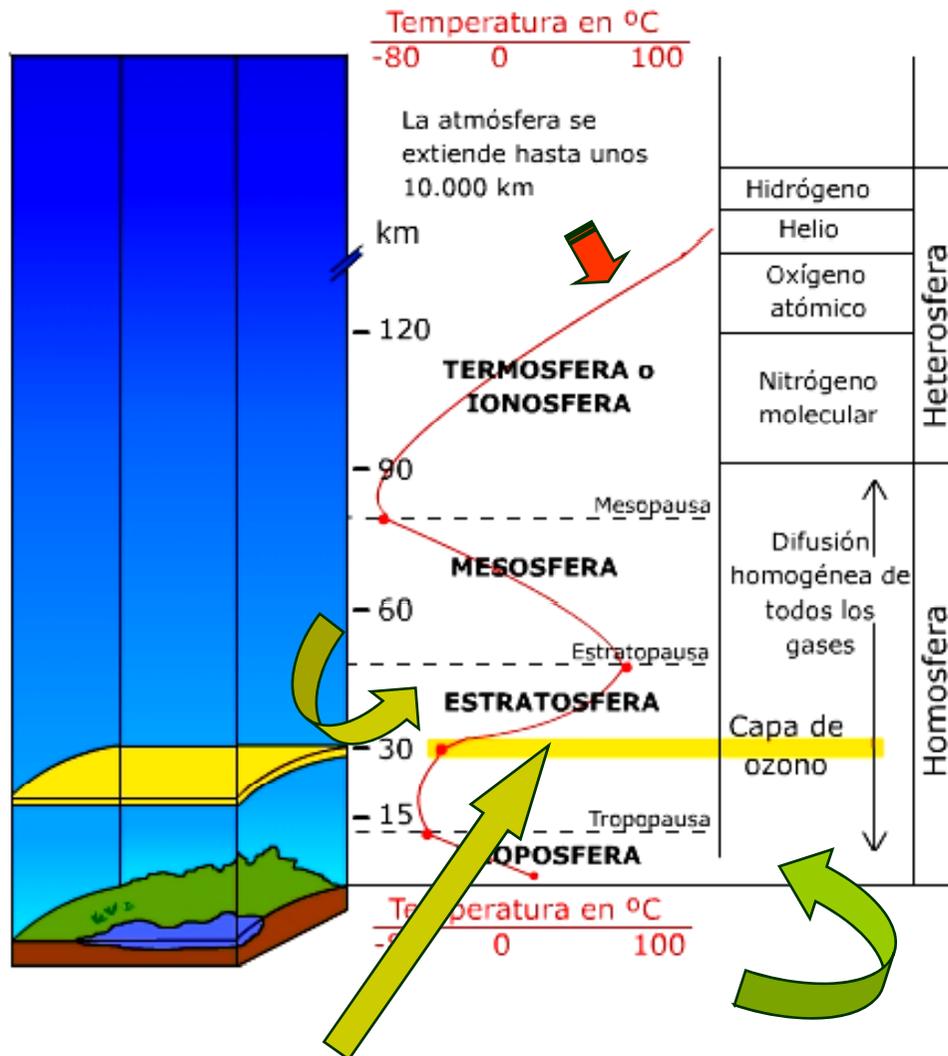
# Contenidos

- Introducción
- Características físicas de la atmósfera
- Transferencia de energía

## ATMOSFERA:

Capa protectora que nutre la vida en la tierra y la protege del ambiente hostil del espacio exterior

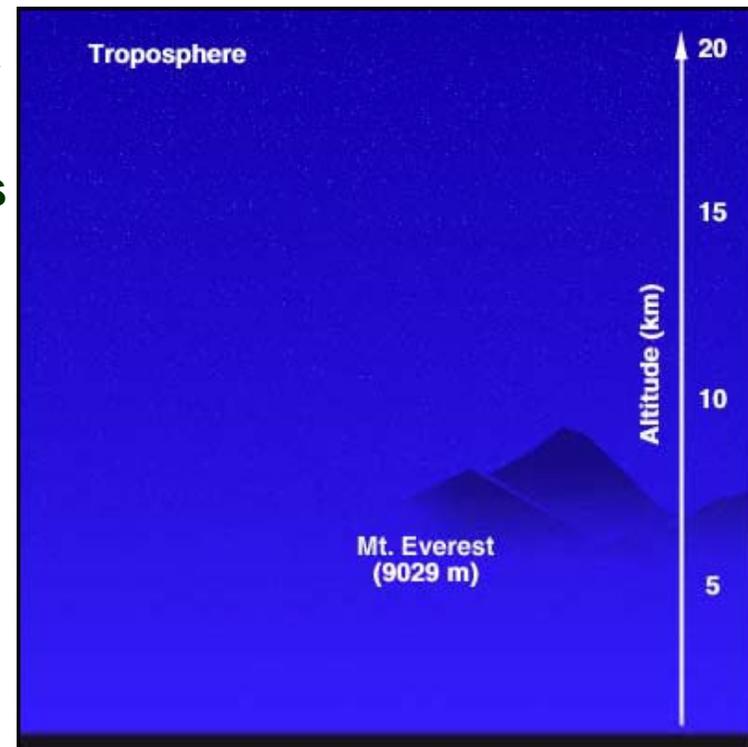
# Estructura de la atmósfera



- La atmósfera se compone de varios estratos esféricos concéntricos, separados unos de otros por estrechas zonas de transición.
- El límite superior se podría fijar a una altitud de, aproximadamente, mil kilómetros por encima del nivel del mar, donde los gases ya se dispersan en el espacio.
- Pero más del 99% de la masa de la atmósfera se concentra en los primeros 40 km. desde la superficie terrestre.
- Estos niveles atmosféricos se diferencian por su composición química, la cual produce diversas variaciones en la temperatura

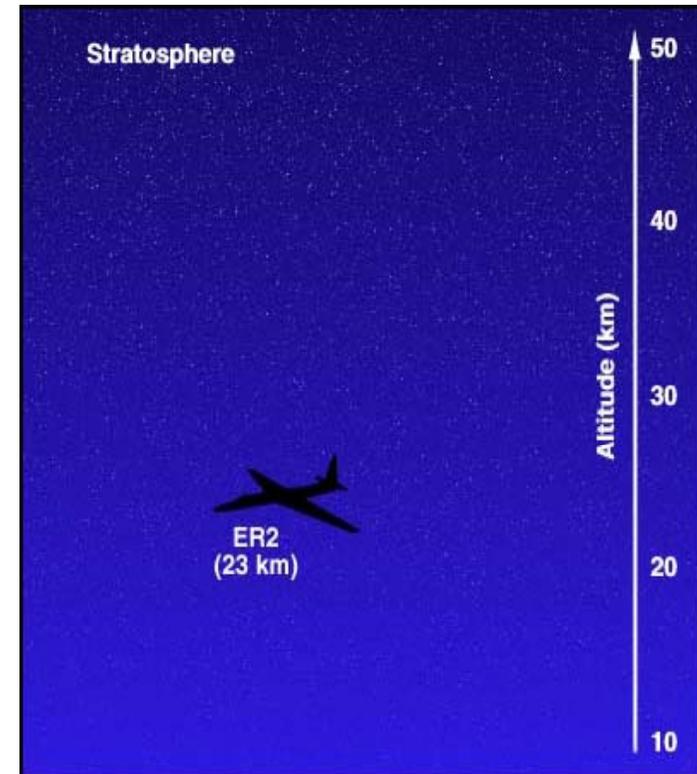
# Troposfera

- Troposfera significa región de mezclas, y recibe este nombre debido a las vigorosas corrientes de aire que ocurren dentro de ella.
- Se extiende hasta unos 10 km. sobre la superficie terrestre, pudiéndose precisar más dependiendo de la posición donde nos encontremos; unos 8 km. desde zonas de altas latitudes hasta los 18 km. cuando nos encontramos en el ecuador.
- Esta altura también varía en función de la estación del año, más alta en verano y mucho más estrecha en invierno.
- Es la capa más próxima a la tierra, y contiene el mayor porcentaje de la masa total.
- Se caracteriza por la densidad de su aire y un cambio en la media de la temperatura vertical de  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  por kilómetro.



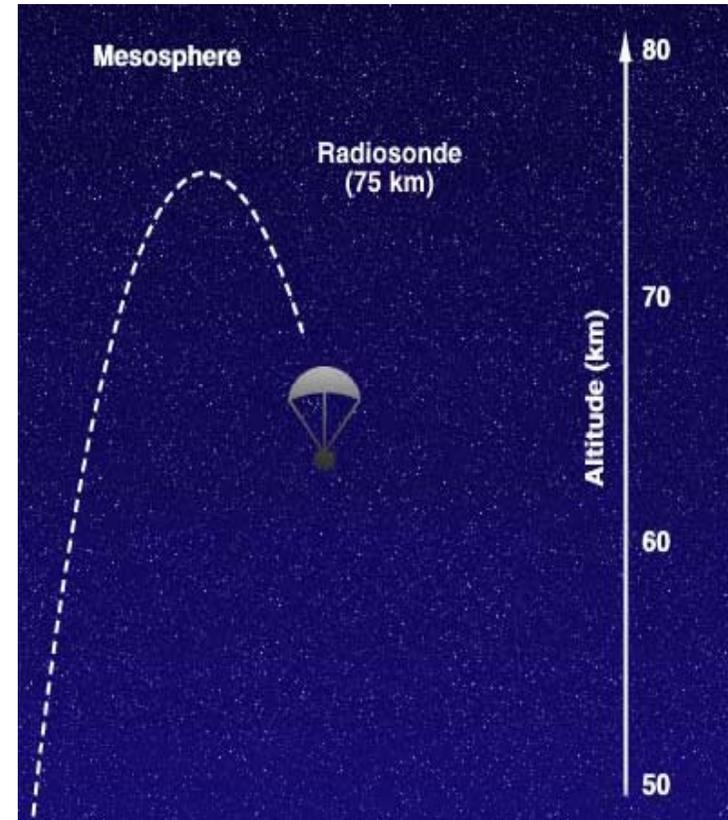
# Estratosfera

- Este nivel se encuentra comprendido entre 10 y 50 km. sobre la superficie terrestre.
- La temperatura del aire permanece relativamente constante con respecto a la altitud hasta llegar a los 25 km.
- Llegado a este punto se incrementa gradualmente hasta los 200-220 K ( 473-493 °C ), que es cuando se alcanza el límite superior (unos 50 km.). Aquí es donde comienza la estratopausa, la cual se delimita mediante un decrecimiento de la temperatura, y que separa a esta capa de la siguiente.
- Debido a que en la estratosfera la temperatura del aire se incrementa con la altitud, no ocasiona ningún tipo de conducción y tiene, por tanto, un efecto estabilizador de las condiciones atmosféricas en esta región.



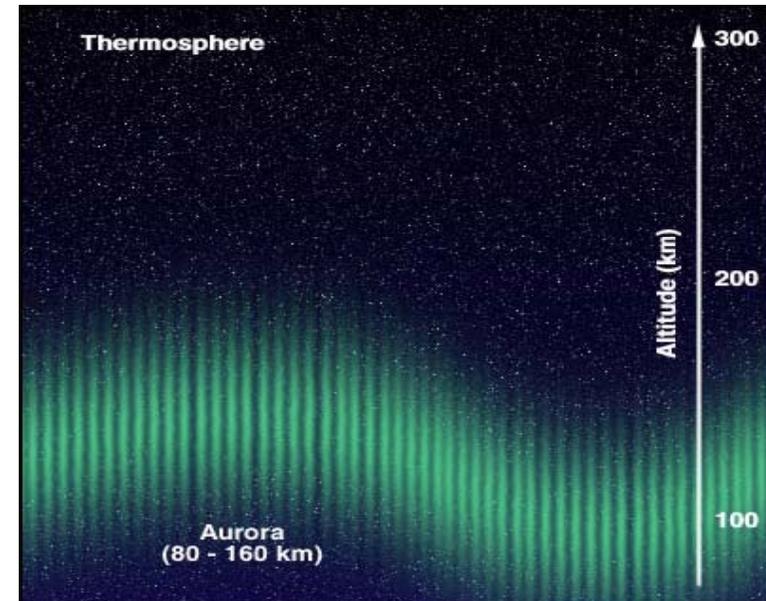
# Mesosfera

- Esta capa se extiende desde, aproximadamente, 50 km. hasta los 80 km., y está caracterizada por una disminución de las temperaturas, alcanzado los 190-180 K a una altitud de 80 km.
- En esta región las concentraciones de ozono y vapor de agua son, prácticamente, despreciables. Sin embargo, la temperatura es inferior en este nivel en comparación con los dos anteriores. Esto se debe a que, a medida que nos separamos de la tierra,
- la composición química del aire tiene una fuerte dependencia con la altitud y la atmósfera empieza a enriquecerse con gases más ligeros.
- A altitudes muy altas los gases residuales comienzan a estratificarse de acuerdo a su masa molecular, debido a una separación por efecto de la gravedad.



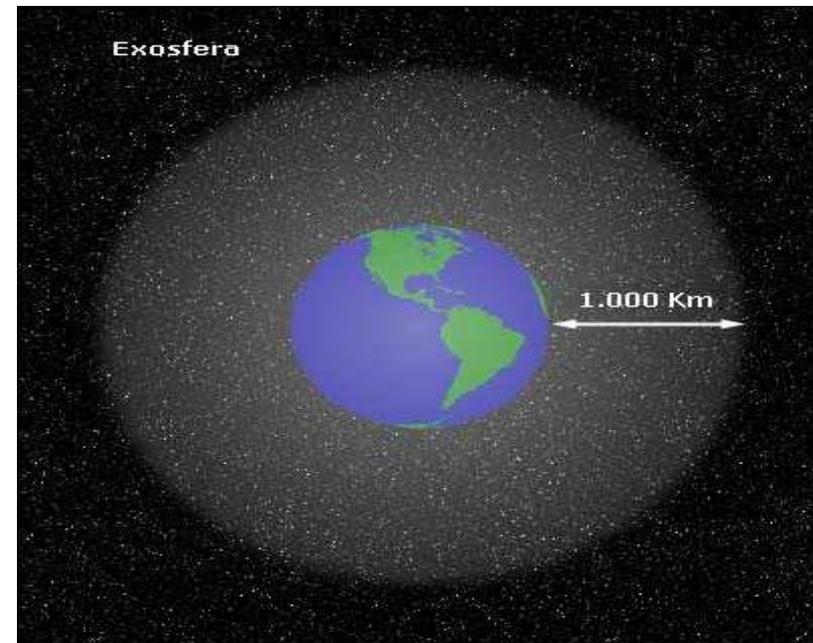
# Termosfera

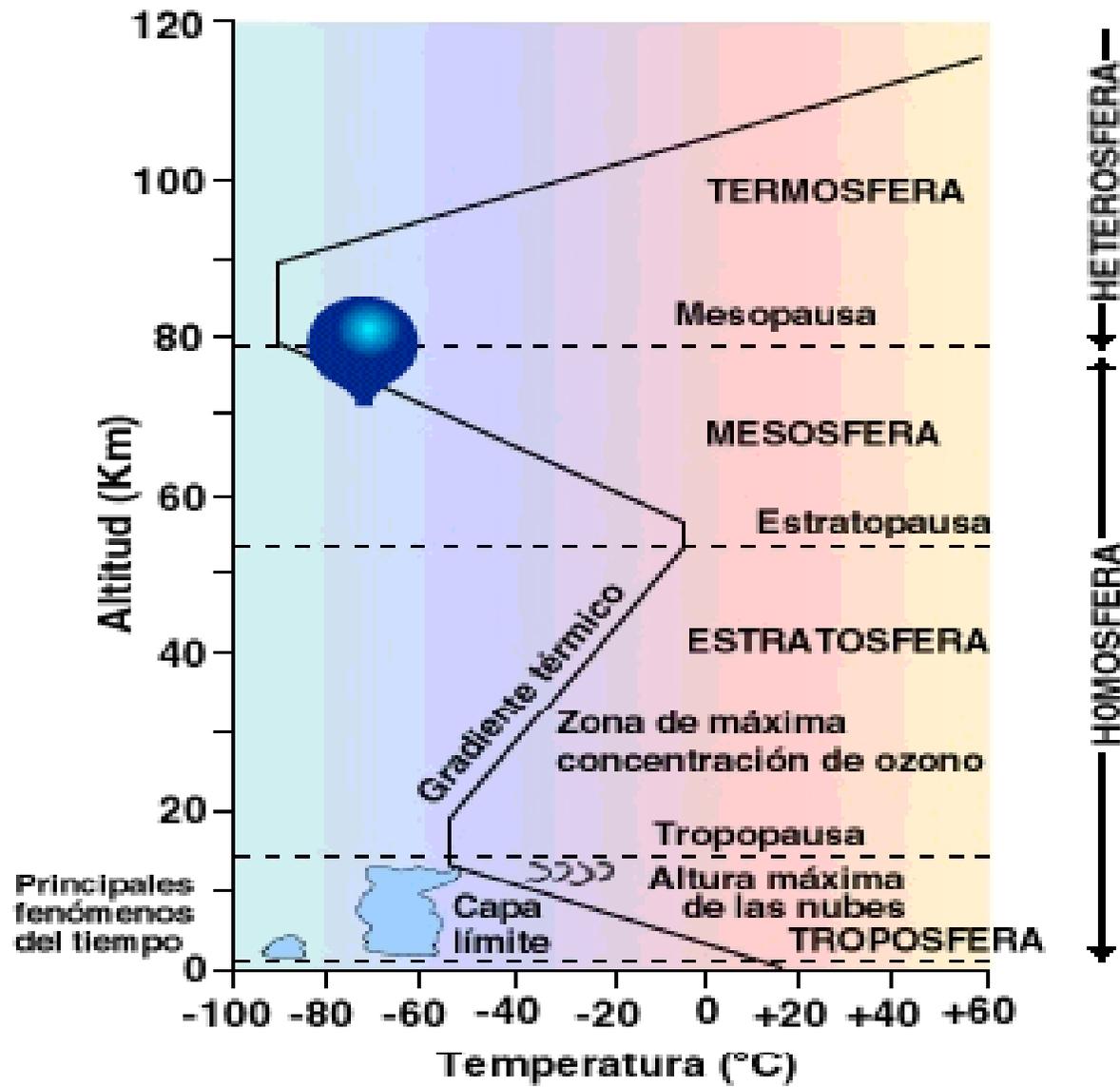
- Se localiza en el rango de 100 a 200 km.
- La temperatura en este nivel se incrementa con la altitud hasta llegar a los 1000-1500 K.
- Este incremento se debe a que la absorción de las intensas radiaciones solares se encuentra limitada por unas pequeñas cantidades de oxígeno, siendo los principales componentes atmosféricos el nitrógeno y el oxígeno.
- A estas altitudes extremas las moléculas de gas se encuentran ampliamente separadas

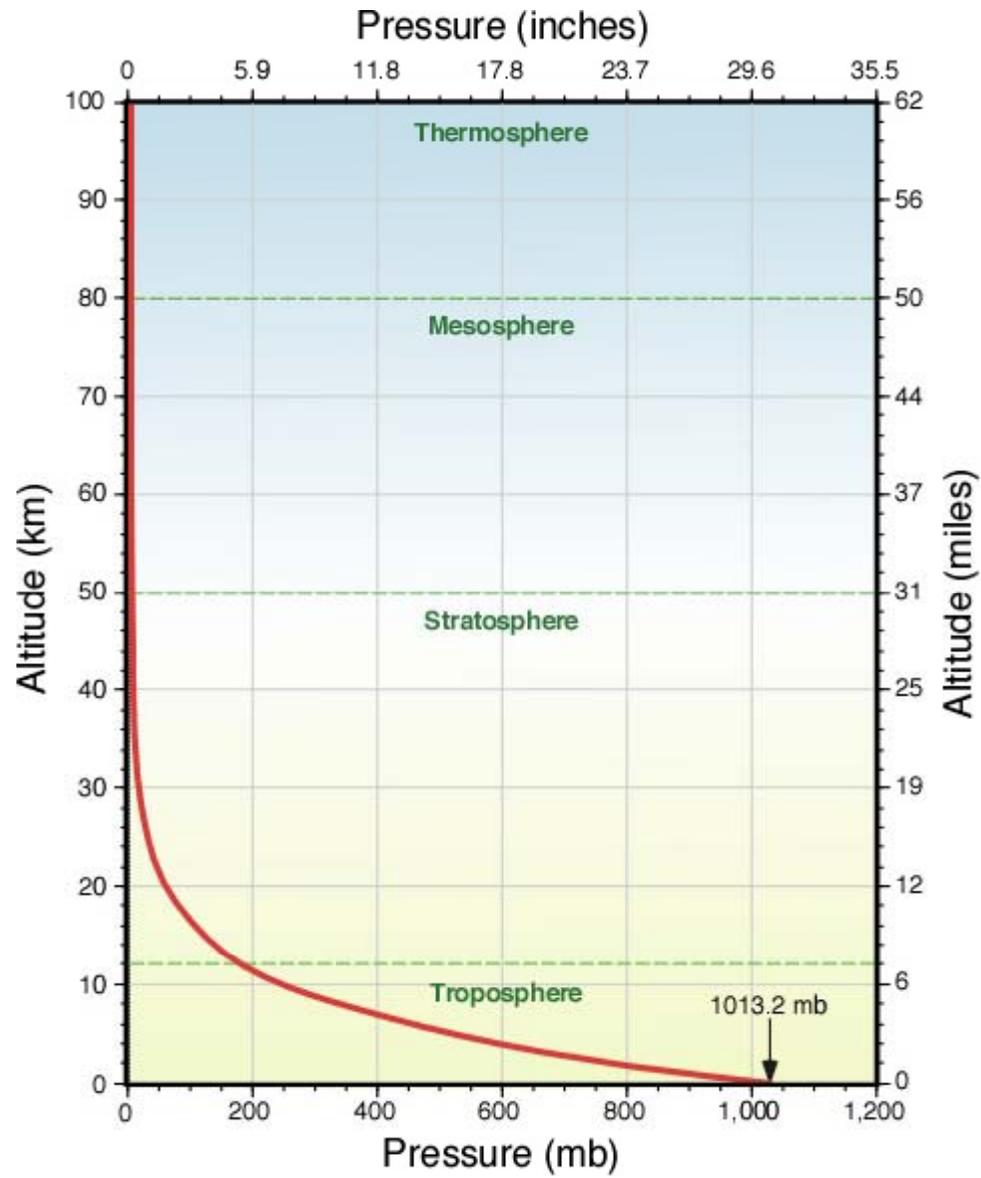


# Exosfera

- Como su nombre indica, es la región atmosférica más distante de la superficie terrestre.
- Su límite superior se localiza a altitudes que alcanzan los 960 e incluso 1000 km., y está relativamente indefinida.
- Es la zona de tránsito entre la atmósfera terrestre y el espacio interplanetario





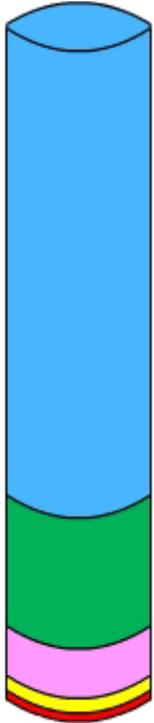




# La atmósfera

- **Aire puro: se define como aquél que no tiene partículas sólidas ni líquidas.**
- **Aire seco: es aquél que no tiene vapor de agua**
- **Tanto las partículas sólidas como el vapor de agua se encuentran en forma natural en la atmósfera.**
- **El vapor de agua procede de la evaporación de las aguas superficiales y de la transpiración de las plantas.**
- **Su concentración varía desde un 5% en volumen de aire (cerca del suelo en las regiones ecuatoriales), hasta desaparecer por encima de los 10 o 12 km.**

# Composición de la atmósfera

	Componente	Concentración en masa	Características
 <p data-bbox="273 1161 427 1348"> <span style="color: blue;">●</span> Nitrógeno  <span style="color: green;">●</span> Oxígeno  <span style="color: pink;">●</span> Dióxido de carbono  <span style="color: yellow;">●</span> Partículas  <span style="color: red;">●</span> Argón         </p>	Nitrógeno(N <sub>2</sub> )	75,515%	Es el componente más abundante en el aire atmosférico. Forma un ciclo circulando entre la tierra, el aire y el agua.
	Oxígeno(O <sub>2</sub> )	23,14%	Es necesario para la respiración.
	Argón(Ar)	1,28%	Gas noble, simple e incoloro. Se utiliza en el interior de las bombillas.
	Vapor de agua	0-2,5%	Forma la humedad de la atmósfera
	Dióxido de carbono(CO <sub>2</sub> )	553 ppm	Lo precisan las plantas para realizar la fotosíntesis. Ayuda a mantener la Tierra caliente.
	Neón(Ne)	13 ppm	Gas noble, utilizado para la iluminación en tubos fluorescentes.
	Criptón(Kr)	2,9 ppm	Gas noble, incoloro, inodoro y monoatómico.
	Helio(He)	0,7 ppm	Gas noble, muy simple, ligero e inflamable, utilizado para hinchar globos y dirigibles.
	Hidrógeno(H <sub>2</sub> )	0,03 ppm	Gas muy simple, incoloro, inodoro y el más ligero de los cuerpos. Es el elemento más abundante del universo. Ha sido utilizado para hinchar aerostatos y en la actualidad para la síntesis del amoniaco.
	Ozono(O <sub>3</sub> )	0-20 ppm	Variedad del oxígeno, gas de fuerte olor y azul en grandes espacios. Filtra las radiaciones peligrosas del sol.
Partículas	-	Partículas de polvo, esporas, polen y contaminación.	

# Medida de concentración

Unidades	más correcto:	Significado
<b>ppm</b> (partes por millón)	$\mu\text{mol} / \text{mol} = 10^{-6}$ (micromol / mol)	1 en 1,000,000
<b>ppmv</b>	$\mu\text{g} / \text{ml}$	
<b>ppb</b> (partes por billón) <small>Americano</small>	$\text{nmol} / \text{mol} = 10^{-9}$ (nanomol / mol)	1 en 1,000,000,000
<b>ppt</b> (partes por trillón) <small>Americano</small>	$\text{pmol} / \text{mol} = 10^{-12}$ (picomol / mol)	1 en 1,000,000,000,000

## ■ Tres errores comunes

- Cuando se dicen que la cantidad de  $\text{CO}_2$  es de por ejemplo 350 ppm no es una concentración en sentido estricto sino una relación de mezcla ( $n^\circ$  de moléculas de  $\text{CO}_2$ / por un número de moléculas de aire)
- La relación de mezcla no tiene unidades. Es más correcto  $\mu\text{mol} / \text{mol}$
- El término billón y trillón se define de forma diferente según los países:
  - billón americano = millardo europeo (rara vez usado) = 1,000,000,000
  - trillón americano = billón europeo (rara vez usado) = 1,000,000,000,000

# Funciones

- Función protectora

- Absorción

- Radiación electromagnética  
UV cercano, visible, IR  
lejano  
(300-2500 nm)

- Radiofrecuencias  
(0.01-40 m)

- Rayos cósmicos

- Reflexión

- Radiaciones IR:  
estabilización de la temperatura  
de la tierra

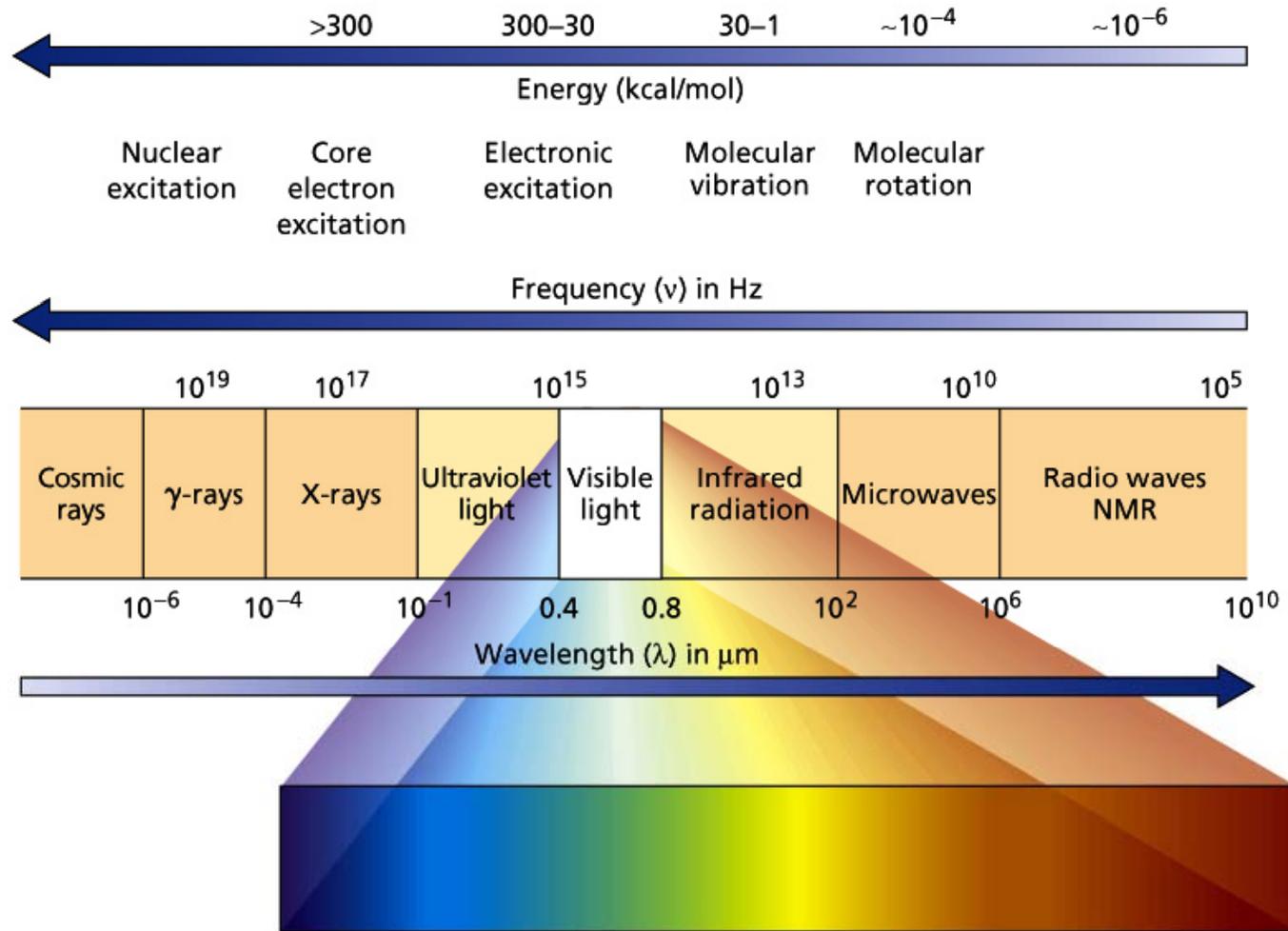
- Función nutriente  
transportadora

- H<sub>2</sub>O: Transporte entre  
océanos y la tierra.

- N<sub>2</sub> : Bacterias. Plantas

- CO<sub>2</sub>: Fotosíntesis de las  
plantas

- O<sub>2</sub>: fotosíntesis

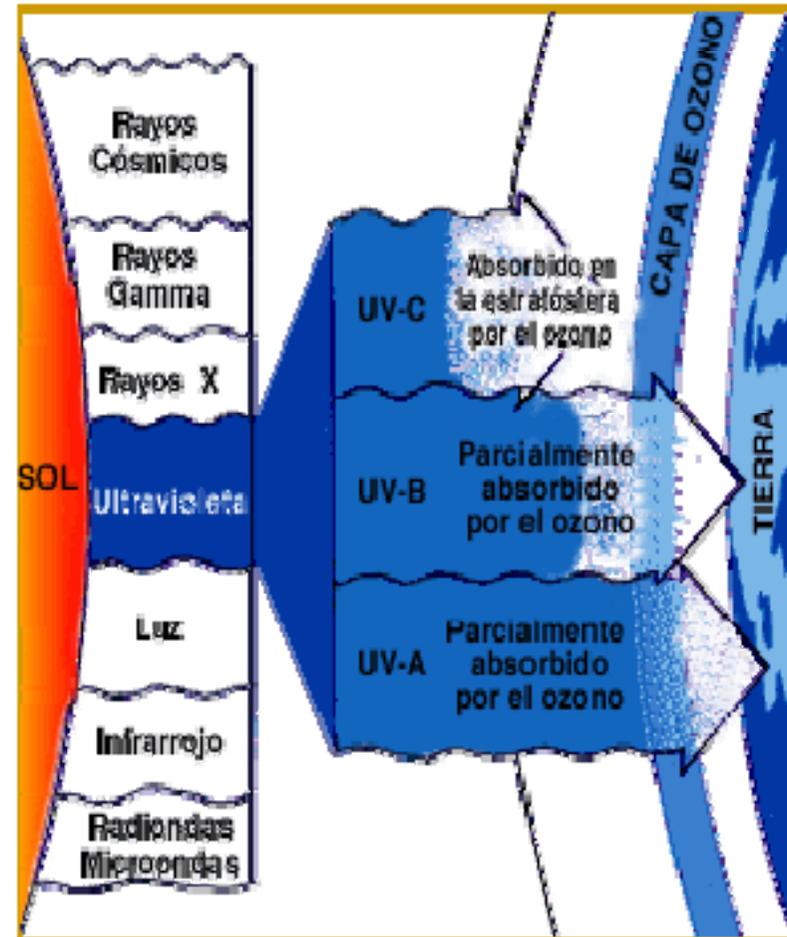


## Radiación electromagnética y longitud de onda

<b>Unidad</b>	<b>Símbolo</b>	<b>longitud( m)</b>	<b>Tipo de Radiación</b>
Angstrom	Å	$10^{-10}$	Rayos X
Nanómetro	nm	$10^{-9}$	UV, visible
Micrómetro	m	$10^{-6}$	Infrarrojo
Milímetro	mm	$10^{-3}$	Infrarrojo
Centímetro	cm	$10^{-2}$	Microondas
Metro	m	1	TV, radio

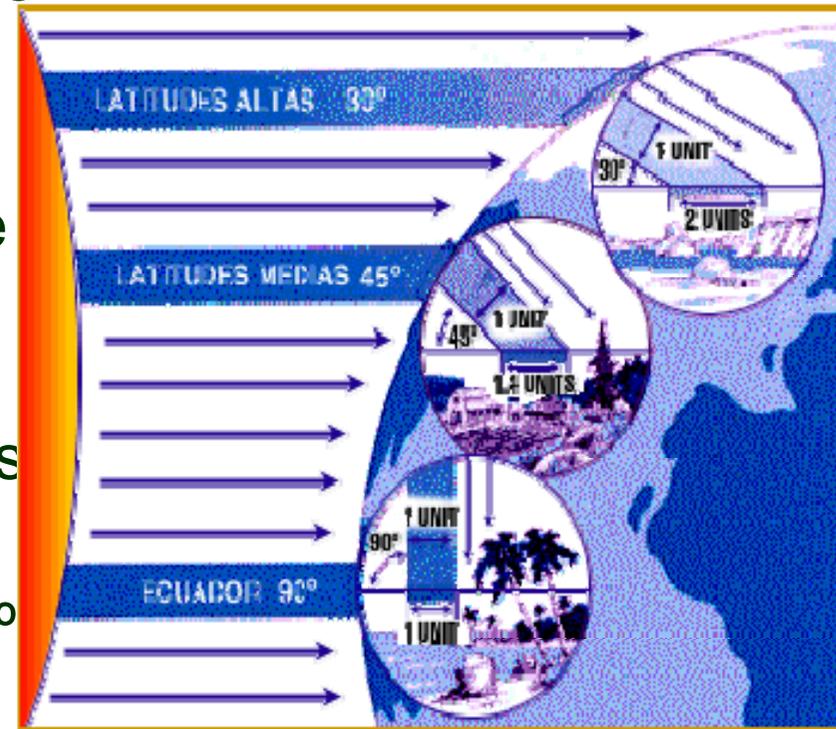
# Radiación solar y espectro electromagnético

- Los rayos del sol son emitidos en diferentes longitudes de ondas e impactan la Tierra con distintos ángulos de incidencia
- Gran parte de esa radiación es absorbida por la atmósfera eliminando las radiaciones perniciosas para el desarrollo de la vida



## Ángulos de incidencia / impactos en la intensidad de radiación UV-B

- La radiación solar se distribuye en forma heterogénea en el planeta.
- De acuerdo a la latitud en que se encuentran las zonas geográficas, los ángulos de incidencia de los rayos solares son diferenciados.
- Latitudes altas - ángulo de  $30^\circ$   
Latitudes medias - ángulo de  $45^\circ$   
Ecuador - ángulo de  $90^\circ$





# Formas de energía en los procesos naturales

- **Las formas de energía importantes presentes en los procesos naturales son:**

- **Energía térmica**

- acción del sol sobre la tierra, efecto de la radiactividad, lava.
- Se transmite por conducción, convección y radiación

- **Energía cinética**

- impacto de meteoritos, movimiento de agua y viento, corrientes oceánicas)

- **Energía potencial (gravitacional)**

- la lluvia al caer transforma energía potencial en cinética, corrientes de agua

- **Energía química**

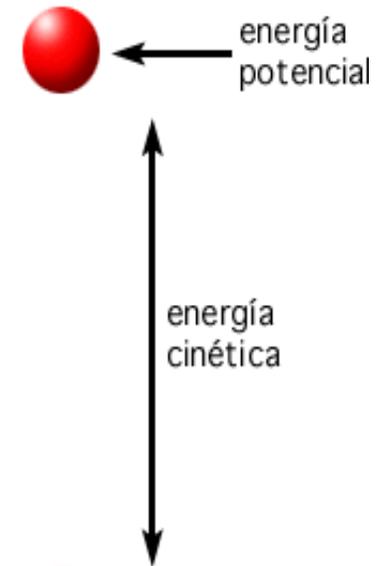
- (mantiene unido a los átomos en las moléculas, energía de enlace)

- **Energía nuclear**

- (procesos radioactivos)

# Energía cinética y potencial

- La energía cinética está asociada al movimiento de objetos, tales como la caída de gotas de agua
  - los movimientos moleculares de vibración o rotación, p. Ej. en las moléculas de agua en
  - A mayor grado de vibración o rotación, mayor es la temperatura de una sustancia
- La E. potencial a la capacidad de producir trabajo



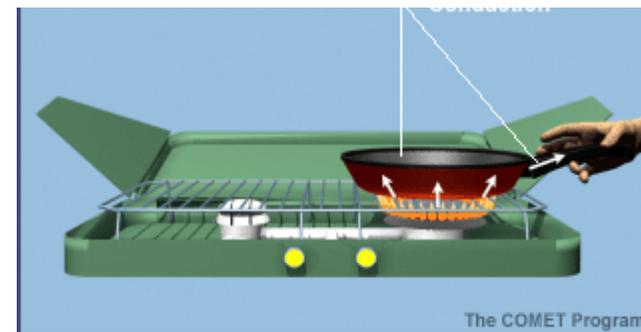
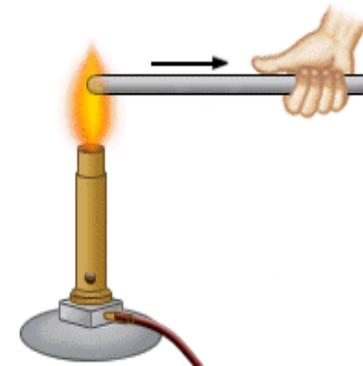


# Transferencia de energía atmósfera-tierra

- Existe un intercambio de energía constante entre la atmósfera y la superficie de la tierra
- Procesos de difusión y absorción de energía.
- Transferencias de calor por
  - Conducción
  - Convección
  - Radiación
- El conjunto de transferencias de calor entre la atmósfera y la superficie terrestre provoca un **gradiente de temperatura** típico en la troposfera

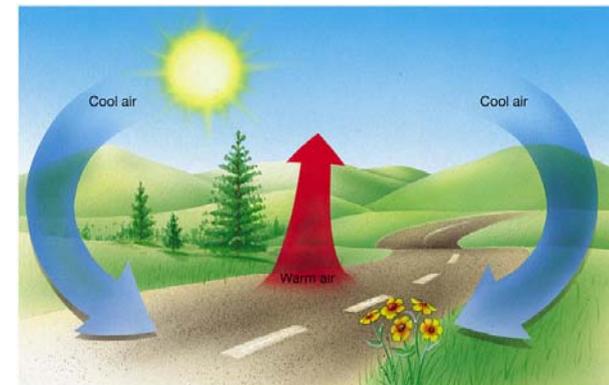
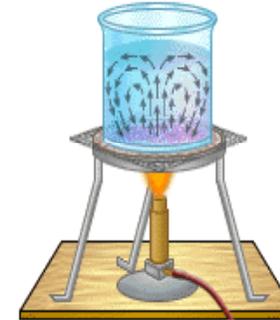
# Conducción

- Es la transferencia de calor a través de una sustancia sin movimiento de las moléculas transfiriéndose energía desde el objeto más caliente al más frío
- Está basado en el contacto directo de sus partículas, que tienden a igualar su temperatura o estado de excitación térmica



# Convección

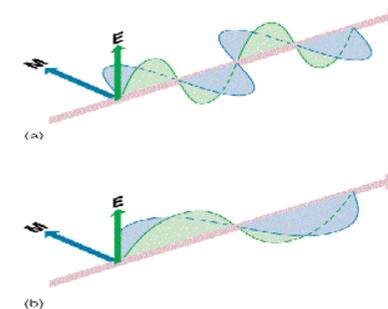
- Transferencia de calor por el movimiento de un fluido
- Está acompañado por el desplazamiento de las moléculas del fluido
- Se puede asociar a lo que ocurre en un recipiente con agua hirviendo en donde el agua del fondo se calienta y se desplaza a la superficie generando burbujas

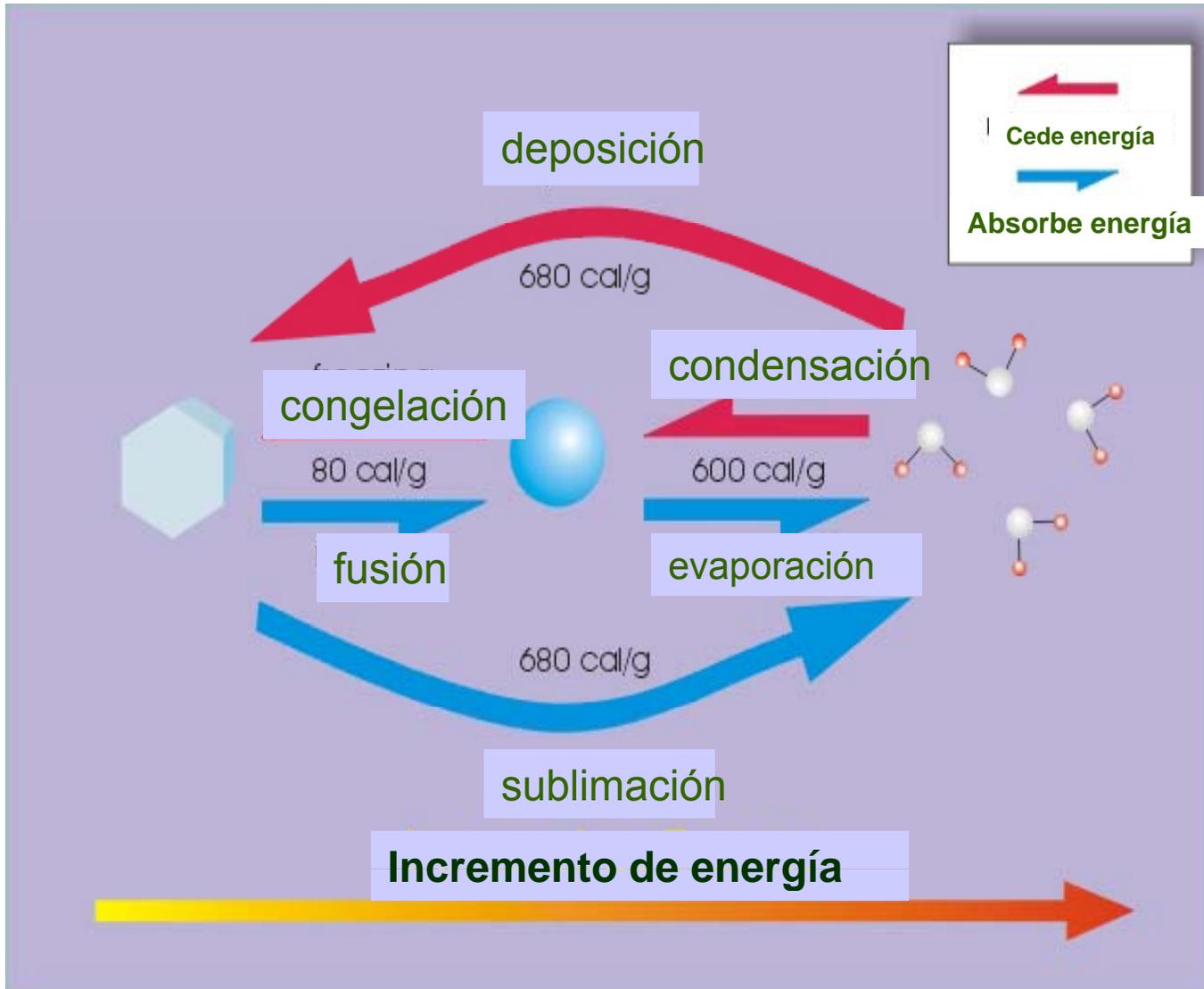


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

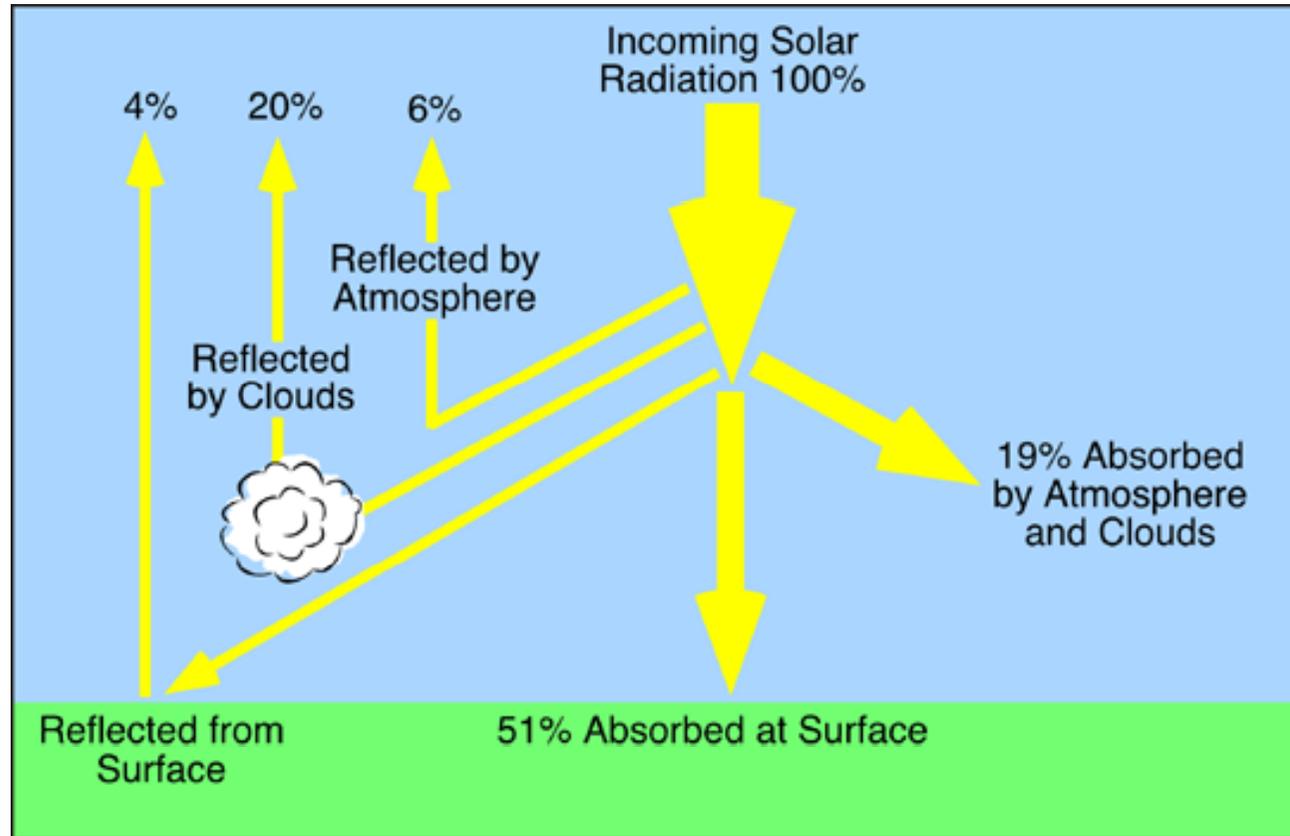
# Radiación

- Es el único mecanismo de transferencia que no requiere un medio para el transporte de energía
- Esta forma de transferencia de energía es el más importante en lo que a la atmósfera y la meteorología se refiere ya que la mayor parte de la energía que recibimos proviene de la radiación del sol



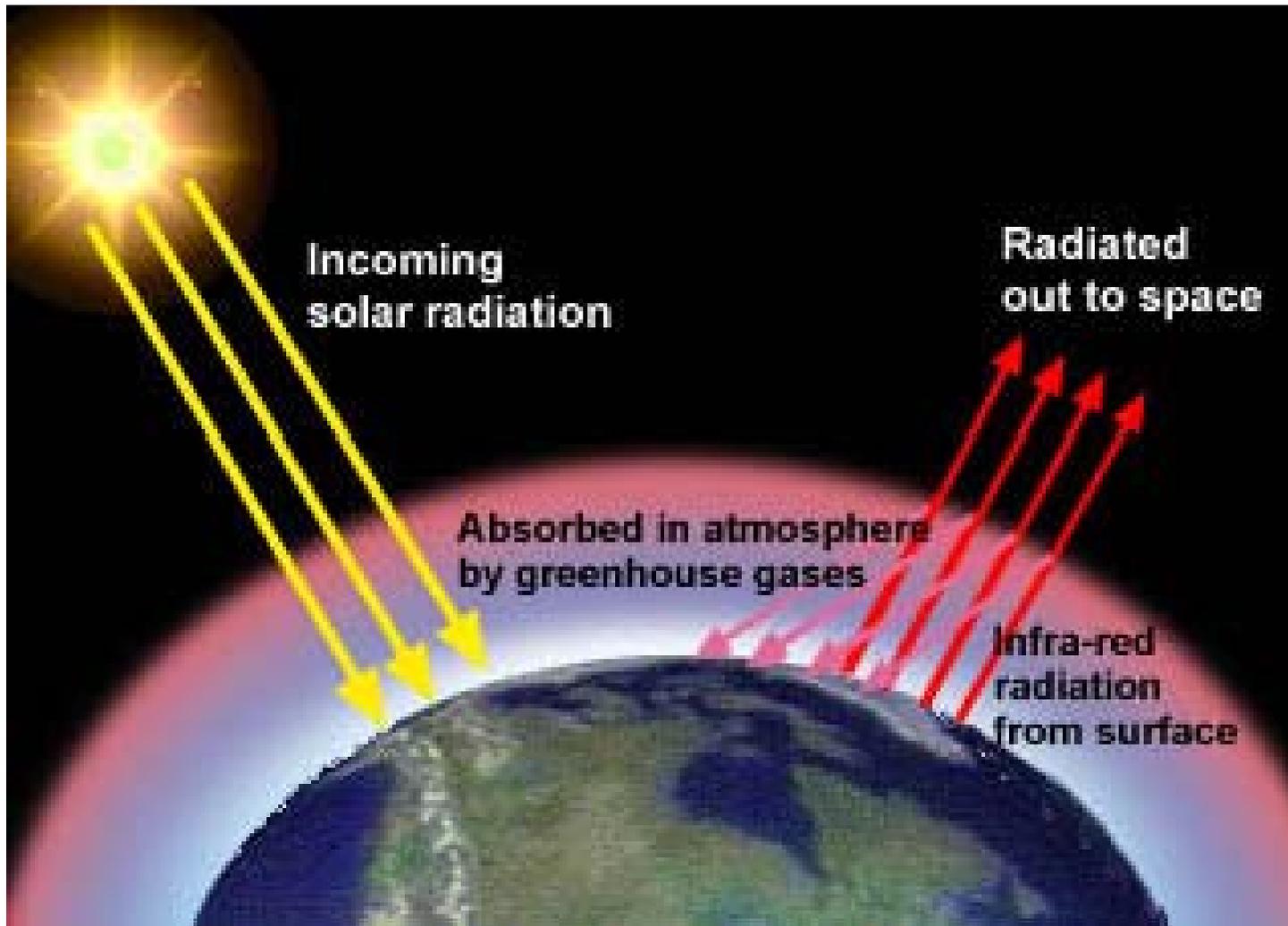


# Transferencia de energía en la atmósfera



FLUJO SOLAR:  $1.34 \times 10^3$  watts/m<sup>2</sup>

# Balance de energía





# Balance energético

- La mayor parte de la energía que llega a la superficie nuestro planeta procede del Sol.
- La energía que nos llega de nuestra estrella es una **radiación electromagnética** que se comporta, a la vez, como una **onda**, con su frecuencia, y como una **partícula**, llamada fotón
- La energía que llega al exterior de la atmósfera es una cantidad fija, llamada **constante solar**.
- Su valor es de  $1,4 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$ , lo que significa que a  $1 \text{ m}^2$  situado en la parte externa de la atmósfera, perpendicular a la línea que une la Tierra al Sol, le llegan  $1,4 \cdot 10^3 \text{ J}$  cada segundo.
- Es una mezcla de radiaciones de longitudes de onda ( $\lambda$ ) entre 200 y 4000 nm.
- Se distingue entre radiación **ultravioleta**, luz **visible** y radiación **infrarroja**



## Balance energético: energía que llega a la superficie

- **Energía absorbida por la atmósfera**
  - En unas condiciones óptimas con un día perfectamente claro y con los rayos del sol cayendo casi perpendiculares, como mucho las tres cuartas partes de la energía que llega del exterior alcanza la superficie.
  - Casi toda la radiación ultravioleta y gran parte de la infrarroja son absorbidas por la atmósfera.
  - La energía que llega al nivel del mar suele ser radiación infrarroja un 49%, luz visible un 42% y radiación ultravioleta un 9%.



# Balance energético

- En un día nublado se absorbe un porcentaje mucho más alto de energía, especialmente en la zona del infrarrojo.
- Energía absorbida por la vegetación
  - La vegetación absorbe en todo el espectro, pero especialmente en la zona del visible, aprovechando esa energía para la fotosíntesis
- La temperatura media en la Tierra se mantiene prácticamente constante en unos  $15^{\circ}\text{C}$ , pero la que se calcula que tendría si no existiera la atmósfera sería de unos  $-18^{\circ}\text{C}$ . Esta diferencia de  $33^{\circ}\text{C}$  tan beneficiosa para la vida en el planeta se debe al efecto invernadero.



# Balance de energía: Efecto invernadero

- **Concepto:**
- **Absorción y Reíradiación del 50%, aproximadamente de la radiación IR reflejada o reemitida por la superficie terrestre por parte del vapor de H<sub>2</sub>O y del CO<sub>2</sub>**
  - H<sub>2</sub>O: 7-8.5 nm y 11-14 mm
  - CO<sub>2</sub>: 12-16.3 mm
- **Consecuencia:**
- **Temperatura media de la superficie: 15° C. En caso contrario la sería de -18°C**



# Balance energético de la atmósfera

- **Procesos de ganancia (w/m<sup>2</sup>)**
  - Absorción aire 75,5
  - Absorción nubes 13,7
  - Radiación IR Tierra 394,4
  - Calor latente Tierra 78,9
  - Calor sensible Tierra 20,6
- **Procesos de pérdida (w/m<sup>2</sup>)**
  - Emisión IR aire-Tierra 113,2
  - Emisión IR nubes-Tierra - 229,8
  - Emisión IR aire -116,6
  - Emisión IR nubes-espacio -123,5
- **Total recibido 583,1**
- **Total emitido -583.1**



# El agua en la atmósfera

- En forma de vapor absorbe longitudes de onda larga (efecto invernadero)
- En forma líquida o sólida refleja o absorbe radiación solar
- Los cambios de estado influyen en los intercambios de energía que tienen lugar en la atmósfera



# Química de las nubes

- Una nube no es una mezcla inerte de gotas de agua (o cristales de hielo) y partículas.
- Las partículas que inducen la formación de nubes, llamados núcleos de condensación de nubes (en inglés CCN (Cloud Condensation Nuclei), tienen composiciones químicas muy variadas dependiendo de su origen (antrópico o natural: desiertos, volcanes, océanos, organismos vivos..).
- Además las nubes están rodeadas por gases atmosféricos que pueden modificar la composición química de las gotas de agua.
- Por eso las nubes no podemos decir que las nubes son elementos estáticos

# El agua en la atmósfera :procesos químicos

- Variación de la composición y el tamaño de los núcleos de condensación después de la evaporación de la gota de agua
- Disolución del contenido soluble de la partícula
- Reacciones en medio
- Transferencias entre los gases atmosféricos y la fase líquida
- El número de reacciones químicas que suceden dentro de una gota de agua no es muy inferior a cien.
- Los más importantes: lluvia ácida

