

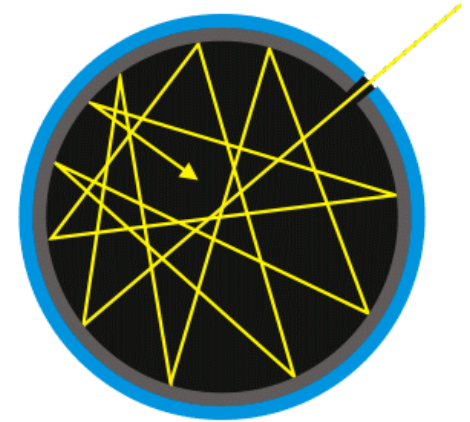
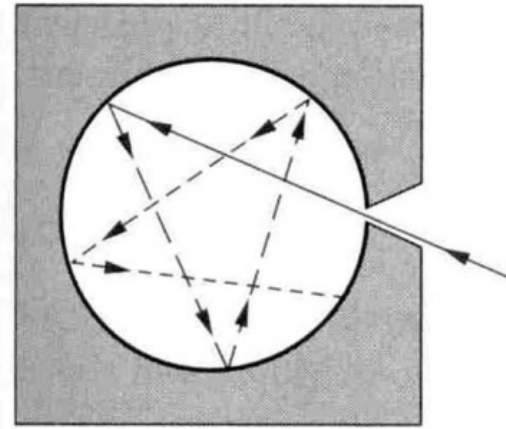
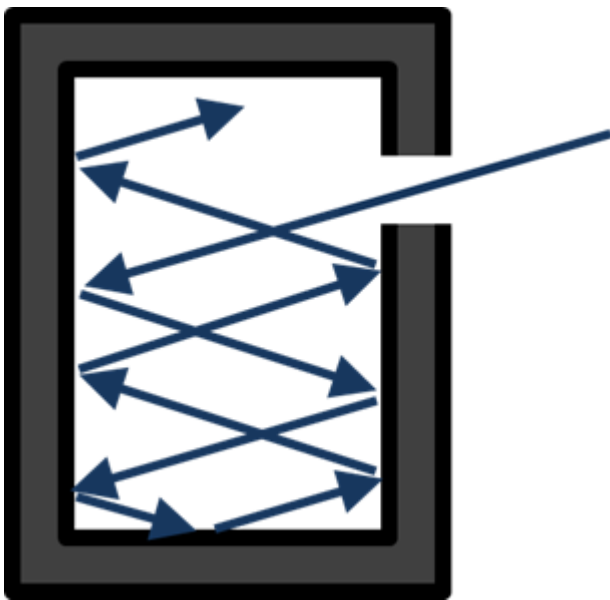
Efecto Invernadero y el Balance de Calor

Radiación de cuerpo negro

Función de la atmósfera

Equilibrio Radiativo





- Un cuerpo negro es aquel que absorbe toda la radiación incidente (no hay albedo).
- Hace esto en tanto no se sobrepase su capacidad de retención (capacidad calorífica)
- Una vez se llega a su capacidad, el cuerpo negro emite radiación electromagnética. Esta se conoce como radiación de cuerpo negro.

Cuando un cuerpo negro llega al equilibrio radiativo, emite energía de acuerdo con la ley

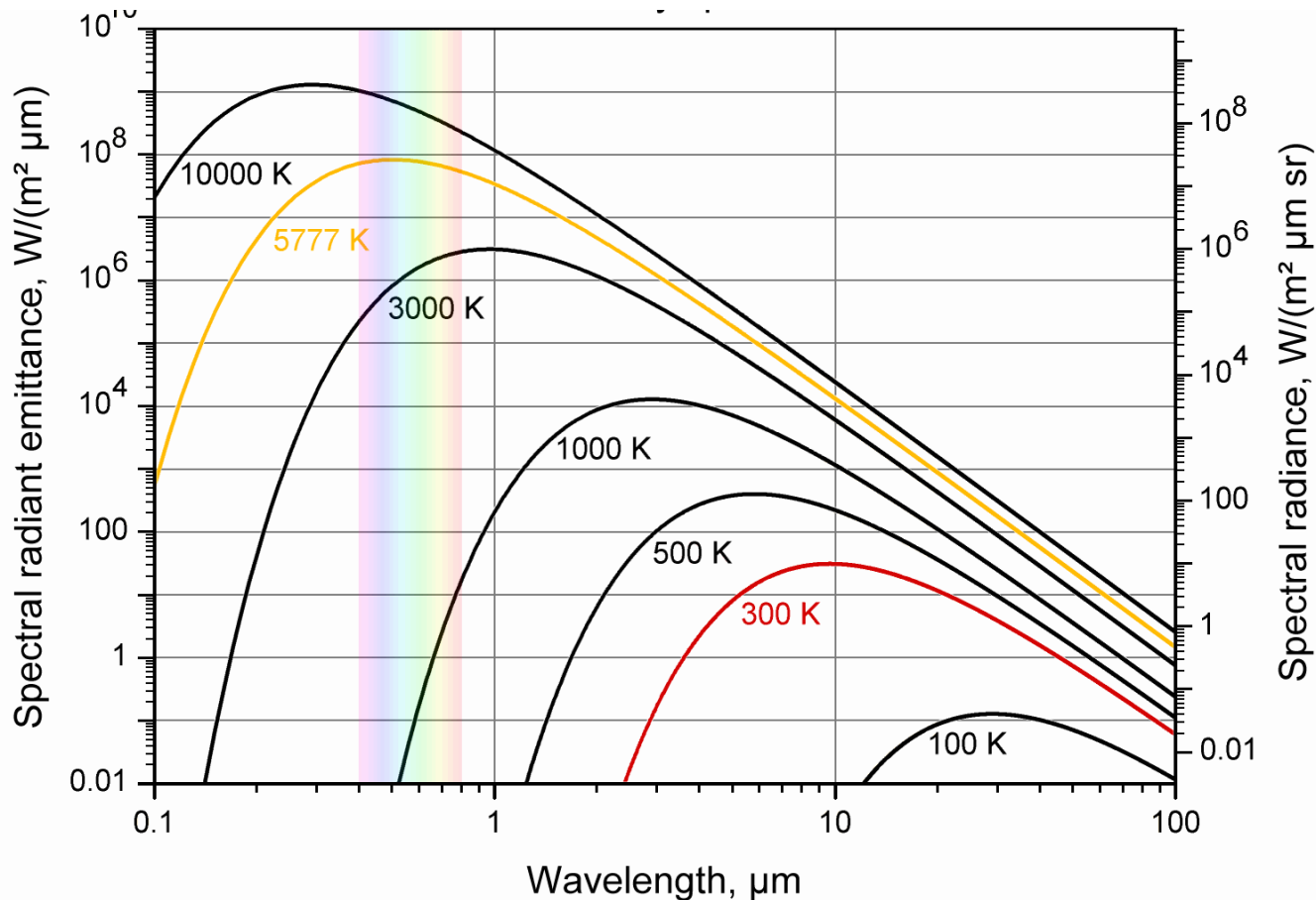
$$E = \sigma T^4$$

$\sigma = 5.7 \times 10^{-8}$ es la constante de Stefan

T es la temperatura del cuerpo (°K)

$$E = \sigma T^4$$

La emisión depende sólo de la temperatura del cuerpo.



Caso de la tierra en ausencia de la atmósfera

Datos:

$$S=344 \text{ Wm}^{-2}$$

$$\alpha=0.1 \text{ en el ecuador}$$

$$\alpha=0.8 \text{ en los polos}$$

$$T = \left[\frac{E}{\sigma} \right]^{\frac{1}{4}}$$

Ecuador:

$$(1-\alpha)S = (0.9)344 \text{ Wm}^{-2} = 309 \text{ Wm}^{-2} \text{ y } T=270 \text{ °K} = -3\text{°C}$$

Polos:

$$(1-\alpha)S = (0.2)344 \text{ Wm}^{-2} = 70 \text{ Wm}^{-2} \text{ y } T=160 \text{ °K} = -113\text{°C}$$

ecuador

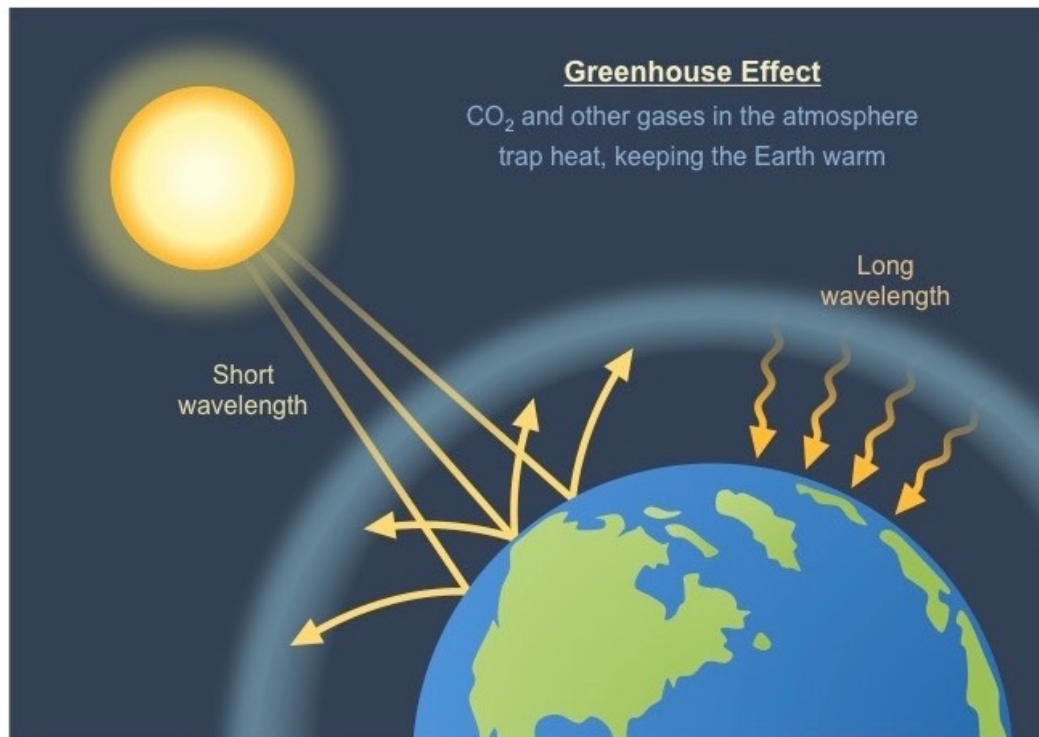
$$T = 270 \text{ }^{\circ}\text{K} = -3^{\circ}\text{C}$$

polos

$$T = 160 \text{ }^{\circ}\text{K} = -113^{\circ}\text{C}$$

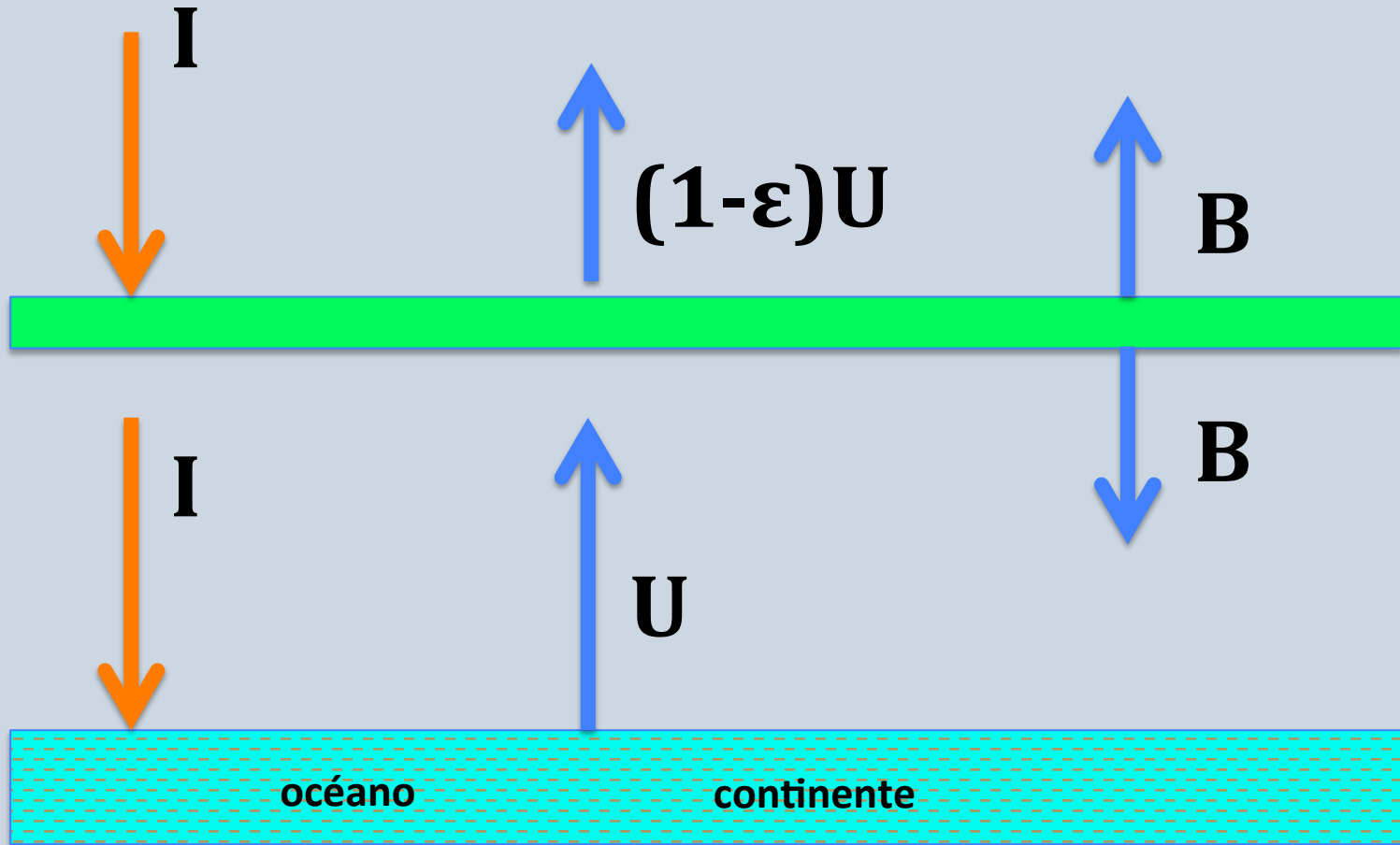
Es un resultado que no reproduce las condiciones actuales.

La atmósfera juega un papel importante.



Onda curta

Onda larga



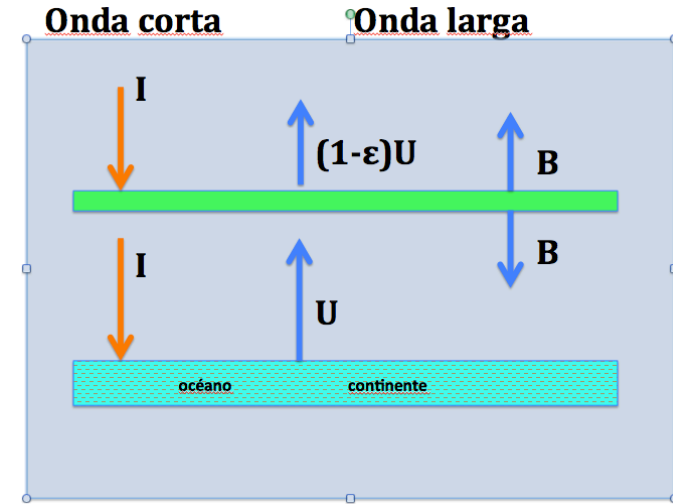
La ecuación que rige el equilibrio radiativo en el océano/continente es

$$U = \sigma T_G^4$$

La ecuación que rige el equilibrio radiativo en el cristal es

$$B = \sigma T_C^4$$

El sistema estará en equilibrio cuando todas las entradas igualen a las salidas



Esto ocurre cuando:

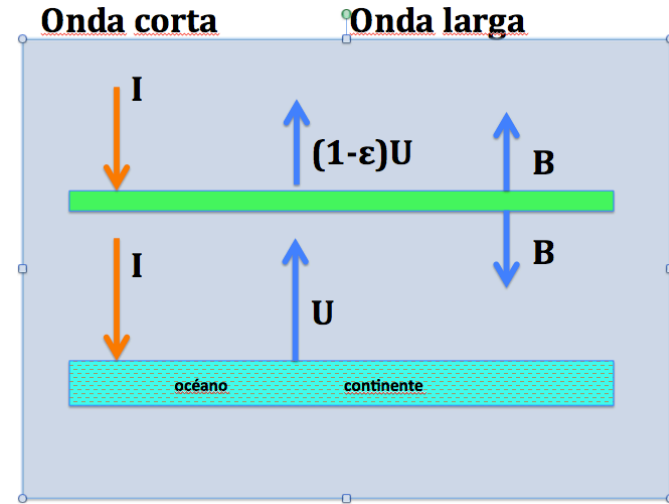
$$\text{Entrada} = U - B = I$$

$$\text{Salida} = (1 - \varepsilon) U + B = I$$

$$B = U - I$$

$$B = I - (1 - \varepsilon) U$$

$$U = \frac{2I}{2 - \varepsilon} = \frac{I}{1 - \frac{\varepsilon}{2}} = \sigma T_G^4$$



$$U = \frac{I}{1 - \frac{\varepsilon}{2}} = \sigma T_G^4$$

La eficiencia del cristal es ε .

Si $\varepsilon = 0$, la ecuación se reduce a la de equilibrio radiativo sin atmósfera.

En el caso que $\varepsilon = 1$, el cristal (atmósfera) es eficiente y se tiene que:

$$\sigma T_G^4 = \sigma T_C^4$$

O sea, el cristal alcanza la misma temperatura que el suelo

$$U = \frac{I}{1 - \frac{\varepsilon}{2}} = \sigma T_G^4$$

Así mismo, en el caso que $\varepsilon = 1$, la ecuación se reduce a:

$$U = \sigma T_G^4 = \frac{I}{1 - 0.5} = 2I$$

$$T_G = \sqrt[4]{\frac{2I}{\sigma}} = 1.19 \sqrt[4]{\frac{I}{\sigma}}$$

Esto es, la temperatura del suelo será un 19% más elevada que si no hubiera vidrio (atmósfera)

Caso de la tierra con atmósfera

Datos:

$$S=344 \text{ Wm}^{-2}$$

$\alpha=0.1$ en el ecuador

$\alpha=0.8$ en los polos

$$\varepsilon = 0.75$$

$$T_G = 1.19 \sqrt[4]{\frac{I}{\sigma}}$$

Ecuador:

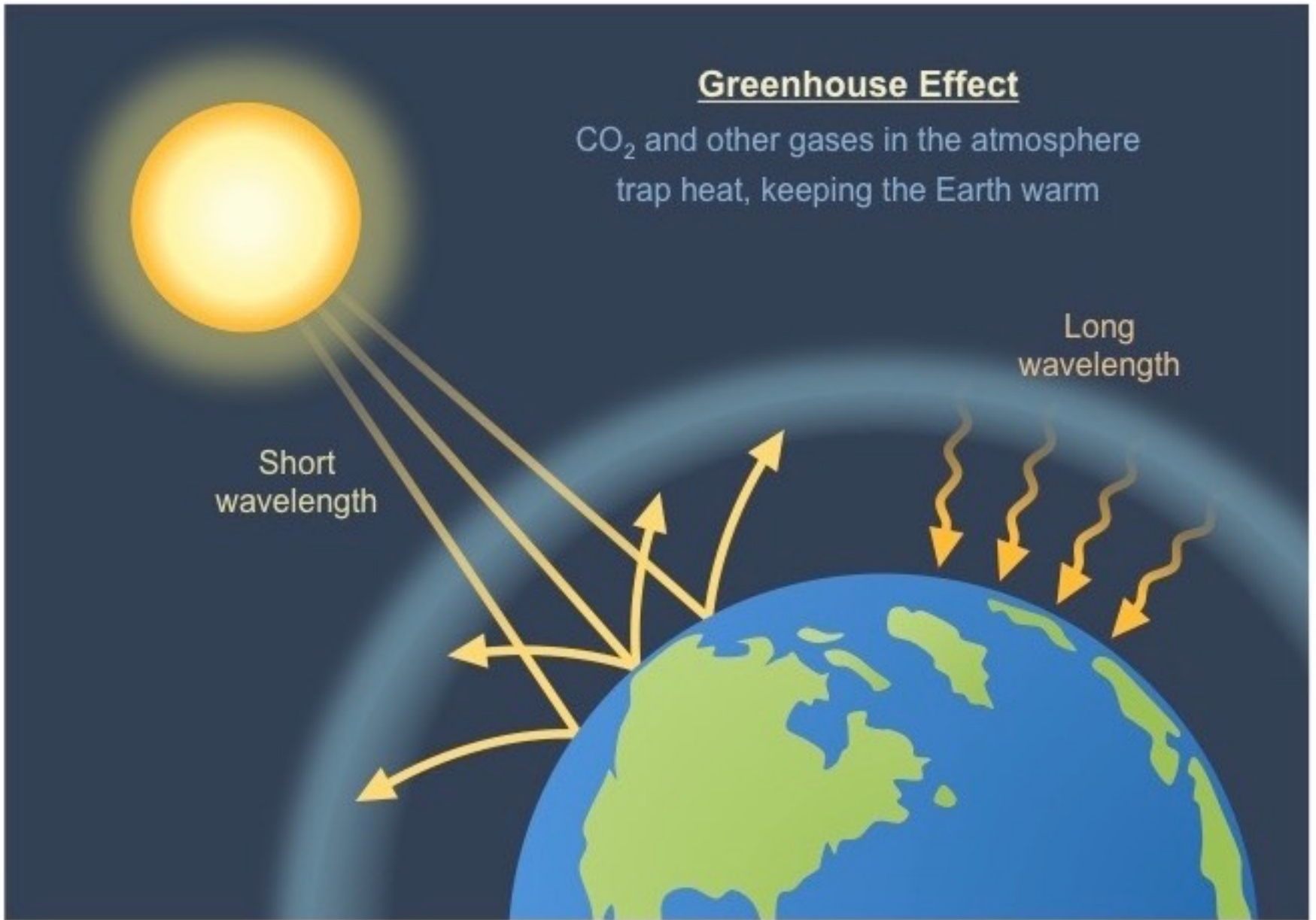
$$T = (1.12) 270 \text{ °K} = 30\text{°C}$$

Greenhouse Effect

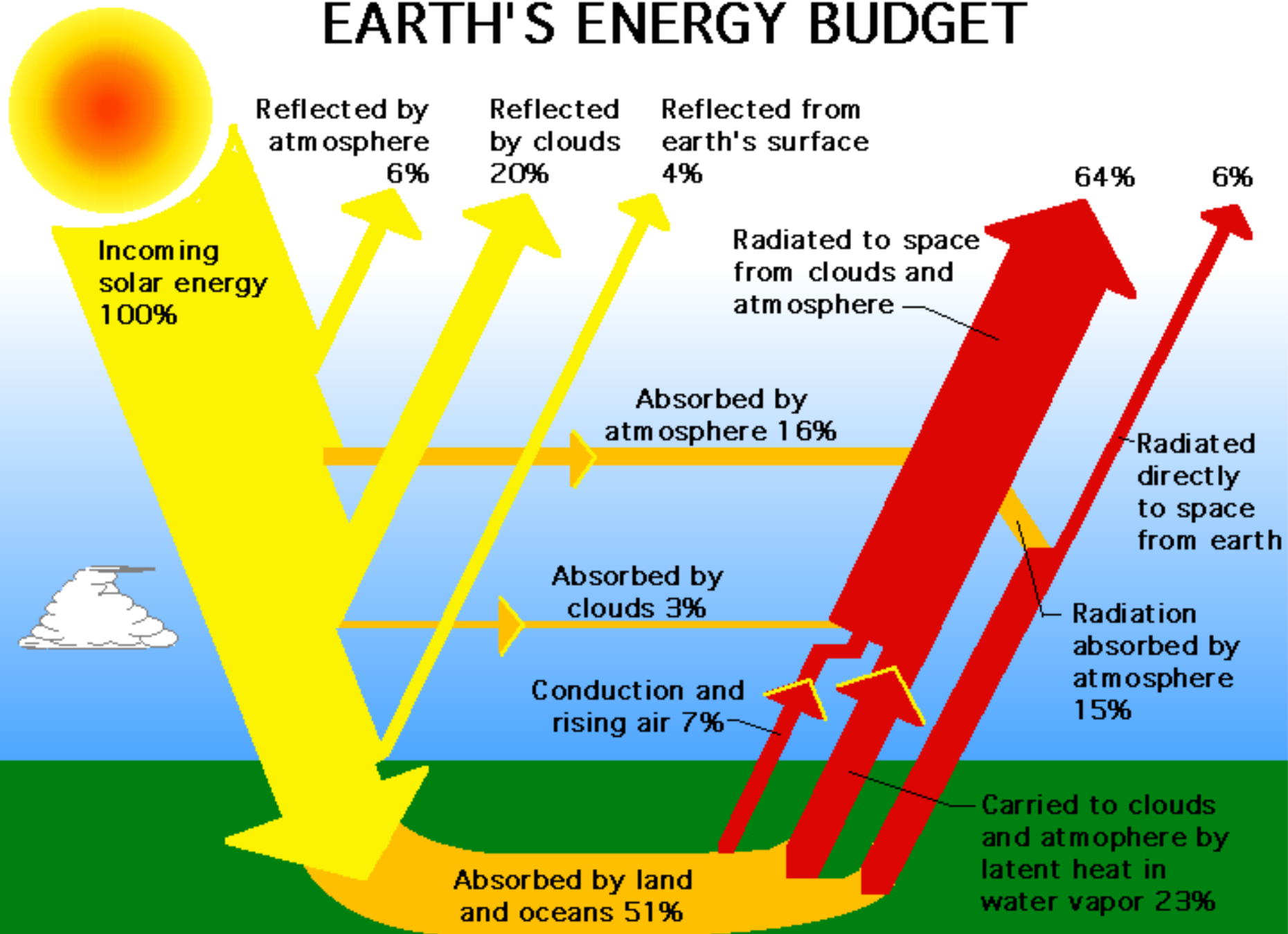
CO₂ and other gases in the atmosphere
trap heat, keeping the Earth warm

Short
wavelength

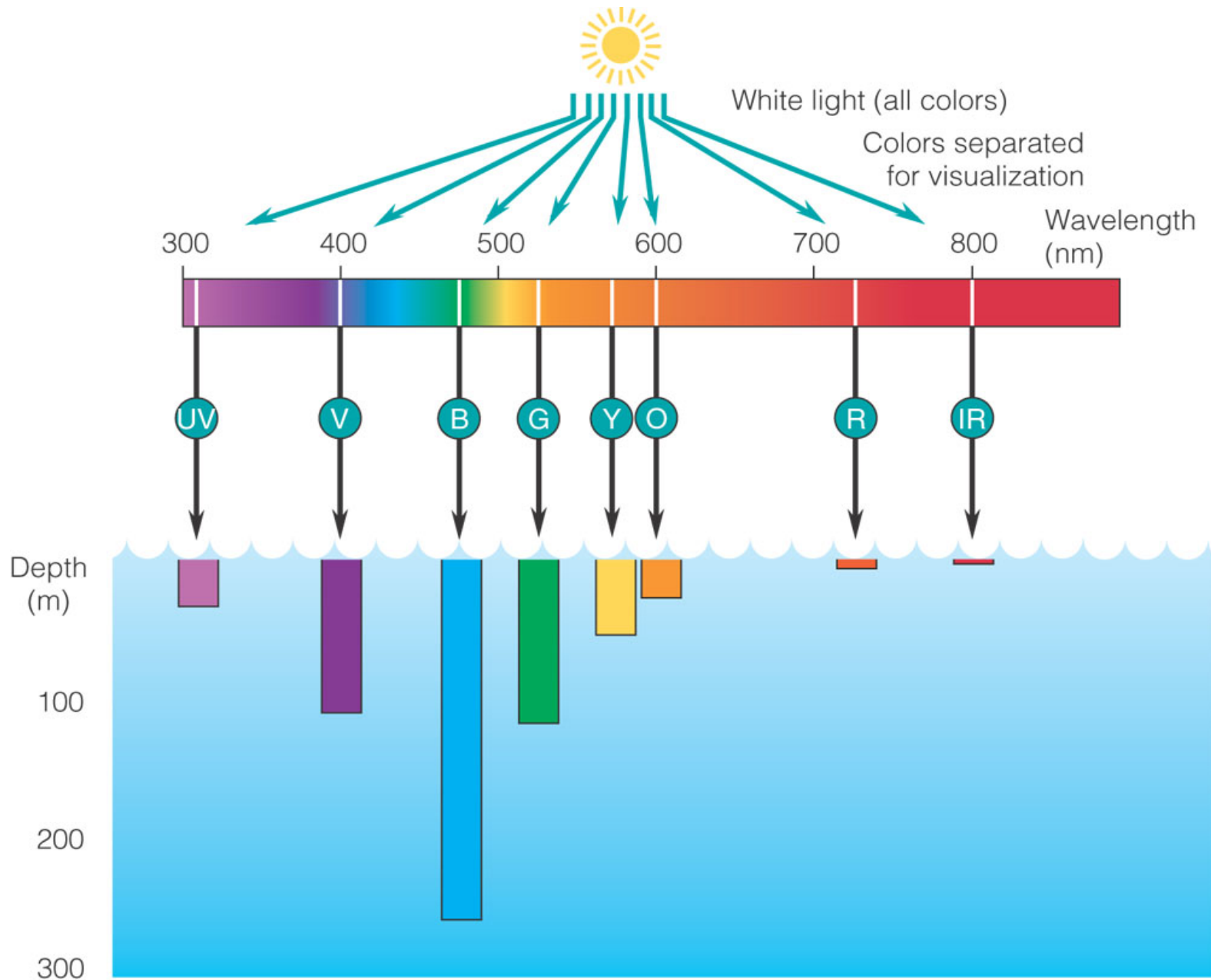
Long
wavelength



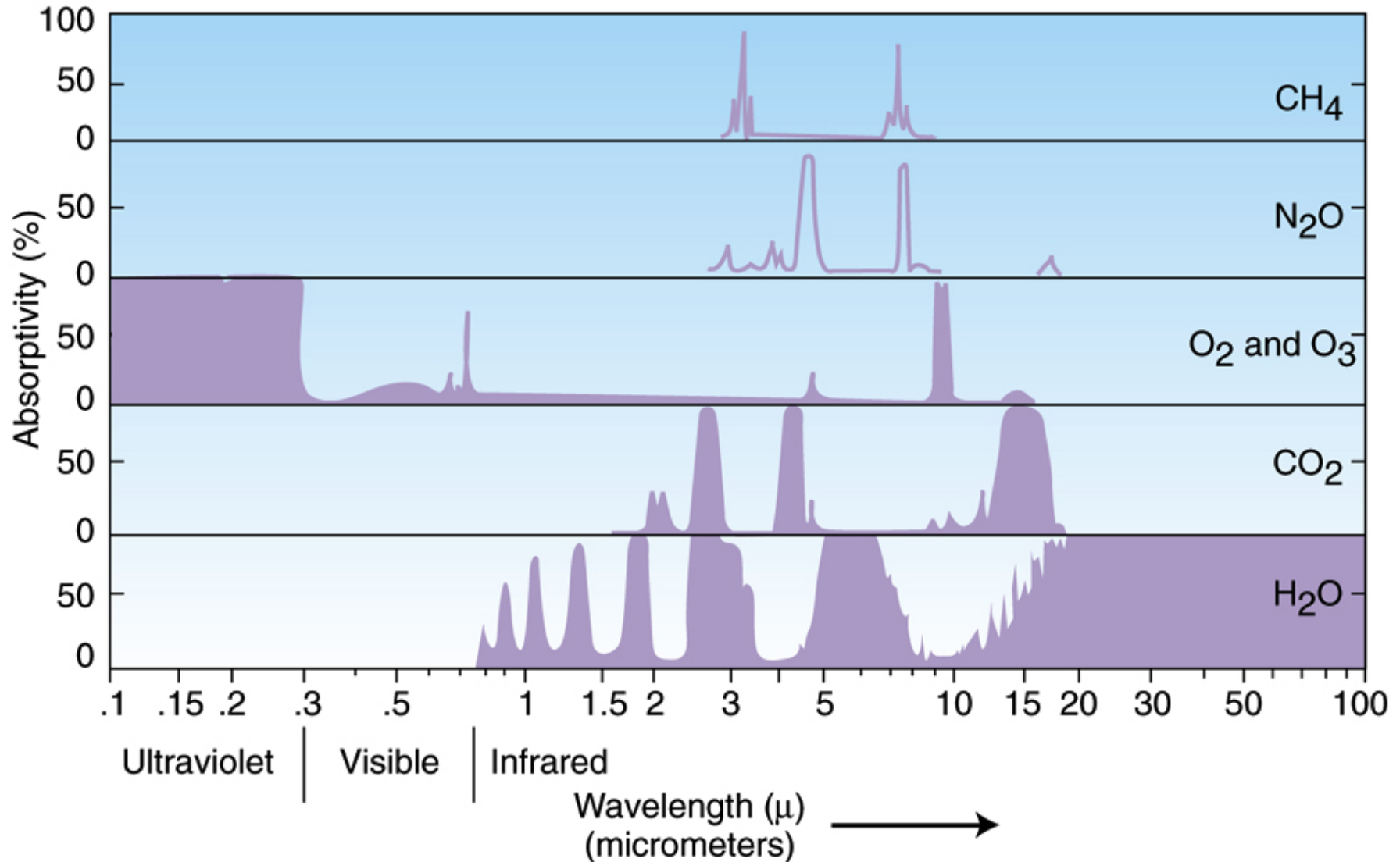
EARTH'S ENERGY BUDGET



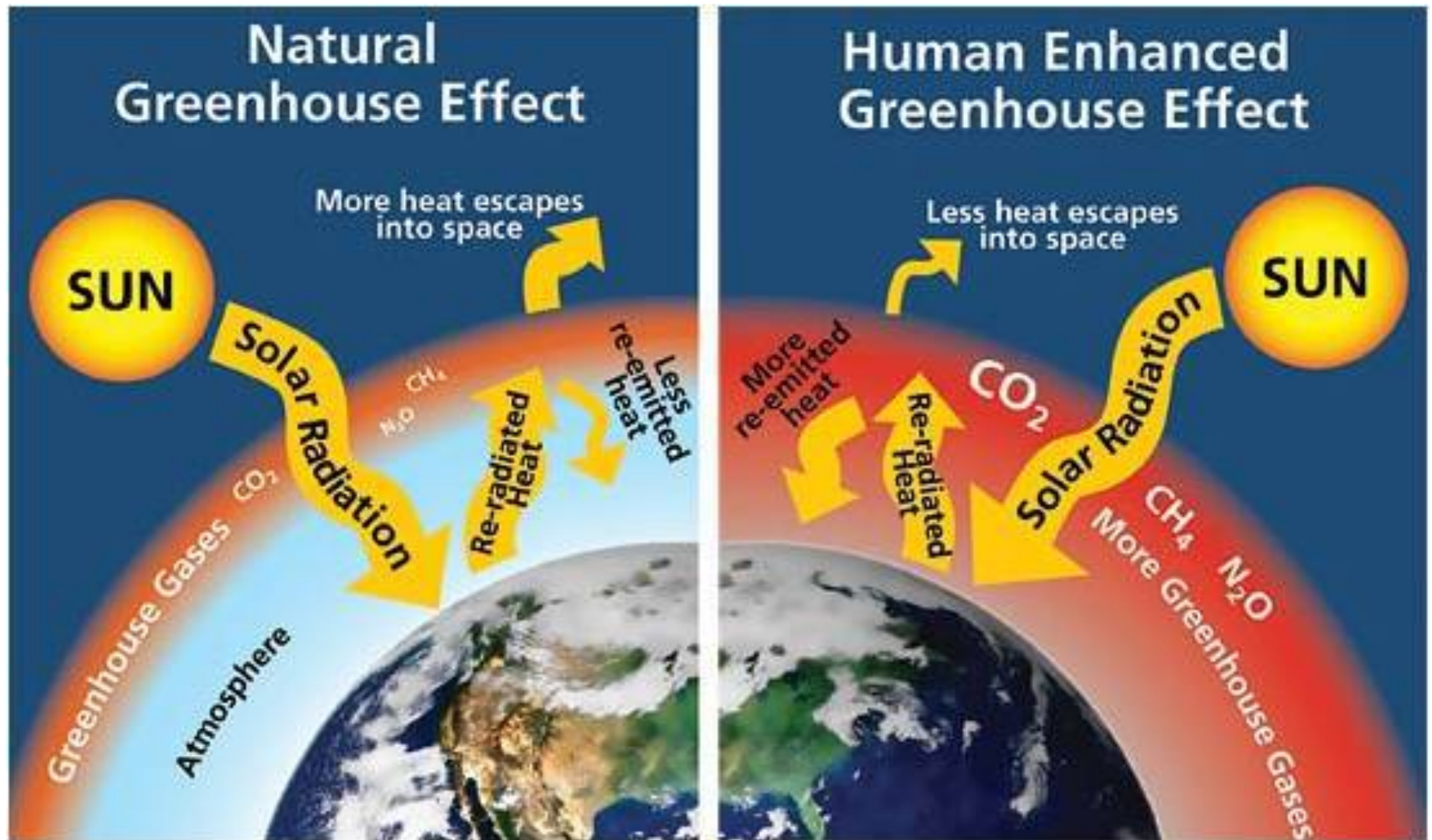
Absorción de energía en el océano



Absorción de energía en la atmósfera



Efectos Antropogénicos



Radiación neta = Insolación – Emisión Onda Larga

March Avg. 1985–1989

