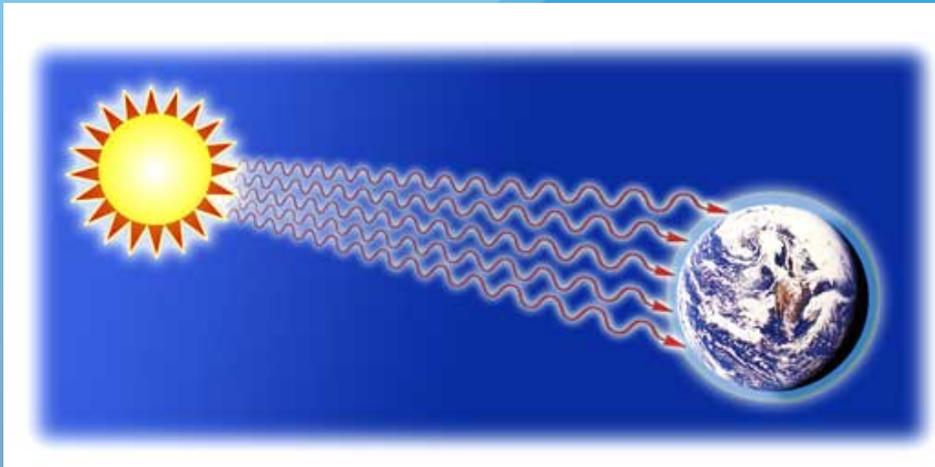


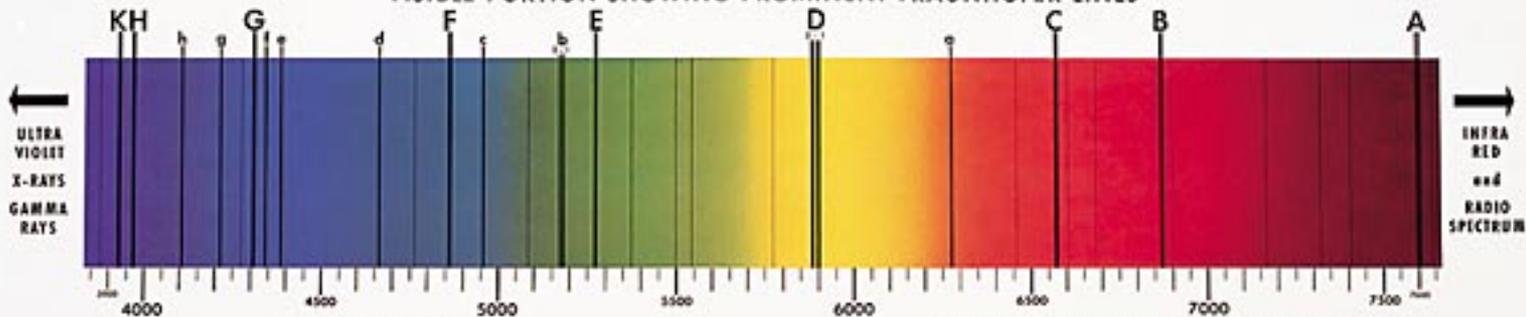
# Equilibrio Radiativo

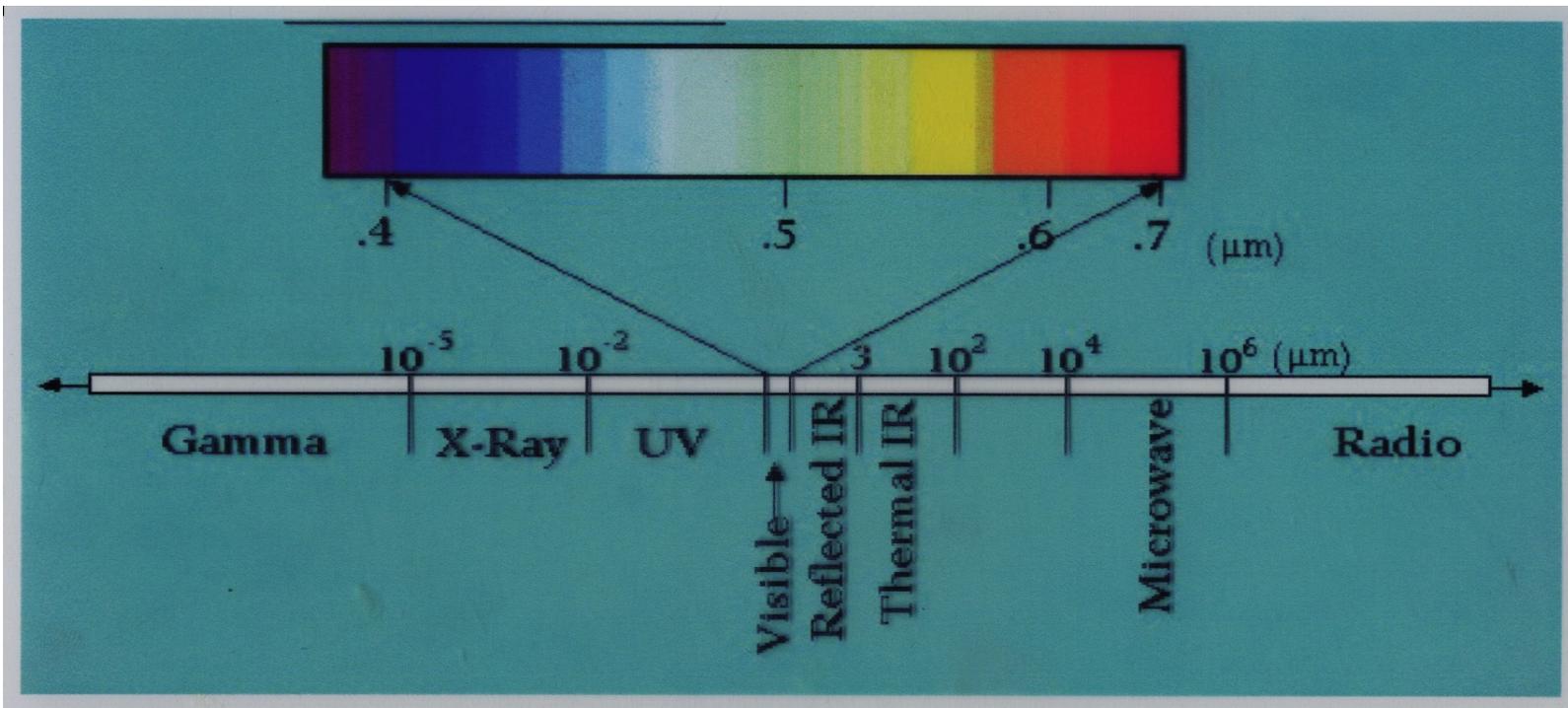
## Efecto de Invernadero



### SOLAR SPECTRUM

VISIBLE PORTION SHOWING PROMINENT FRAUNHOFER LINES





## Ley de Wien

La longitud de onda  $\lambda_m$  a la cual un cuerpo emite su energía es proporcional a la temperatura del cuerpo

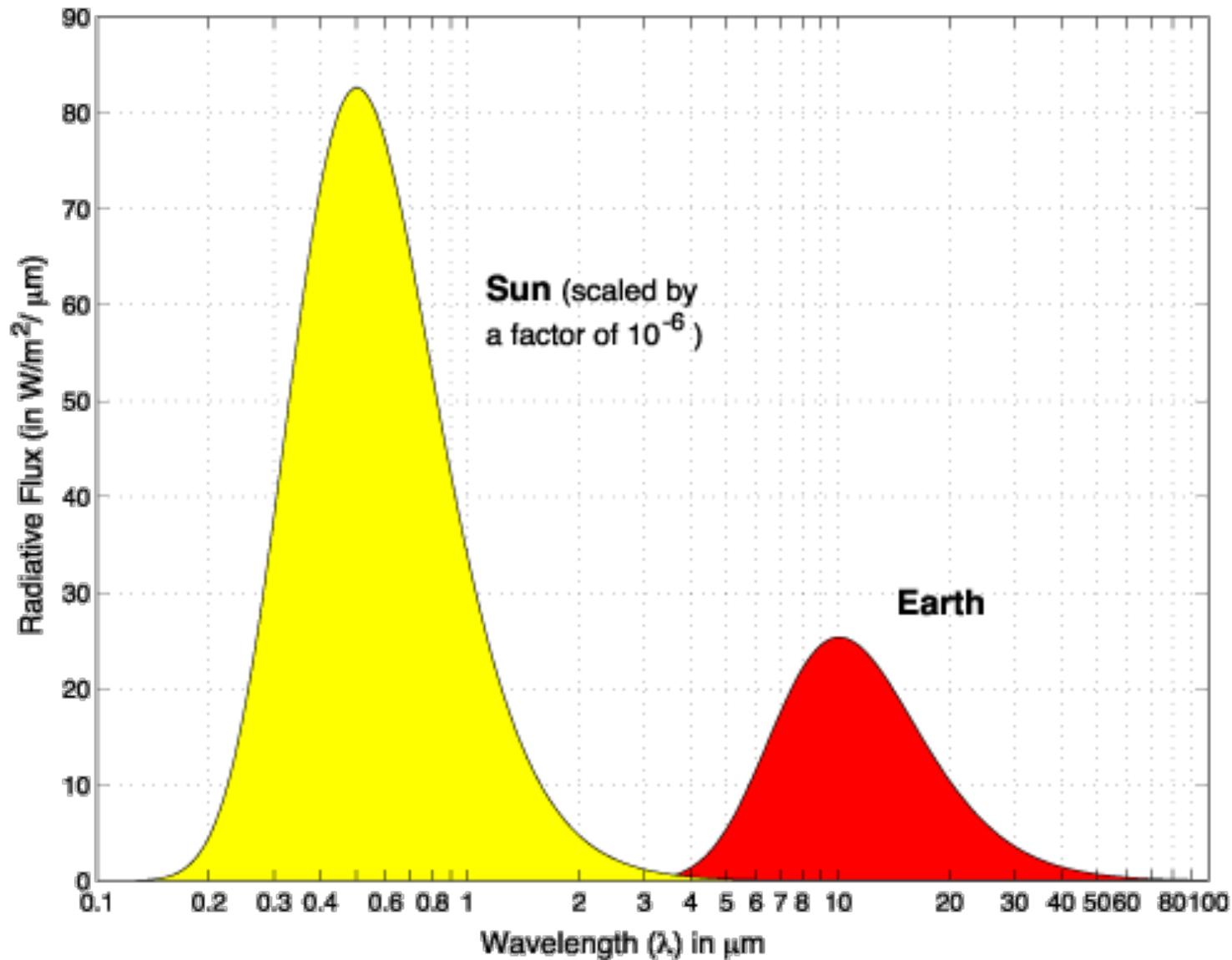
$$\lambda_m T = 2897 \mu m ^\circ K$$

$$\lambda_m = \frac{2897 \mu m \text{ } ^\circ K}{T(^\circ K)}$$

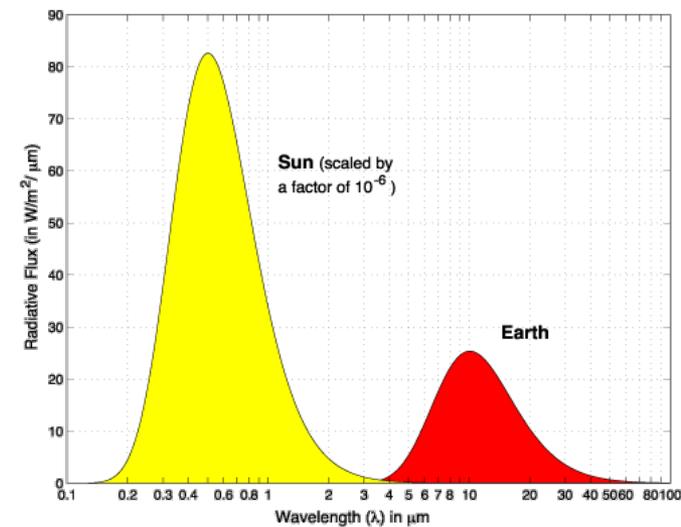
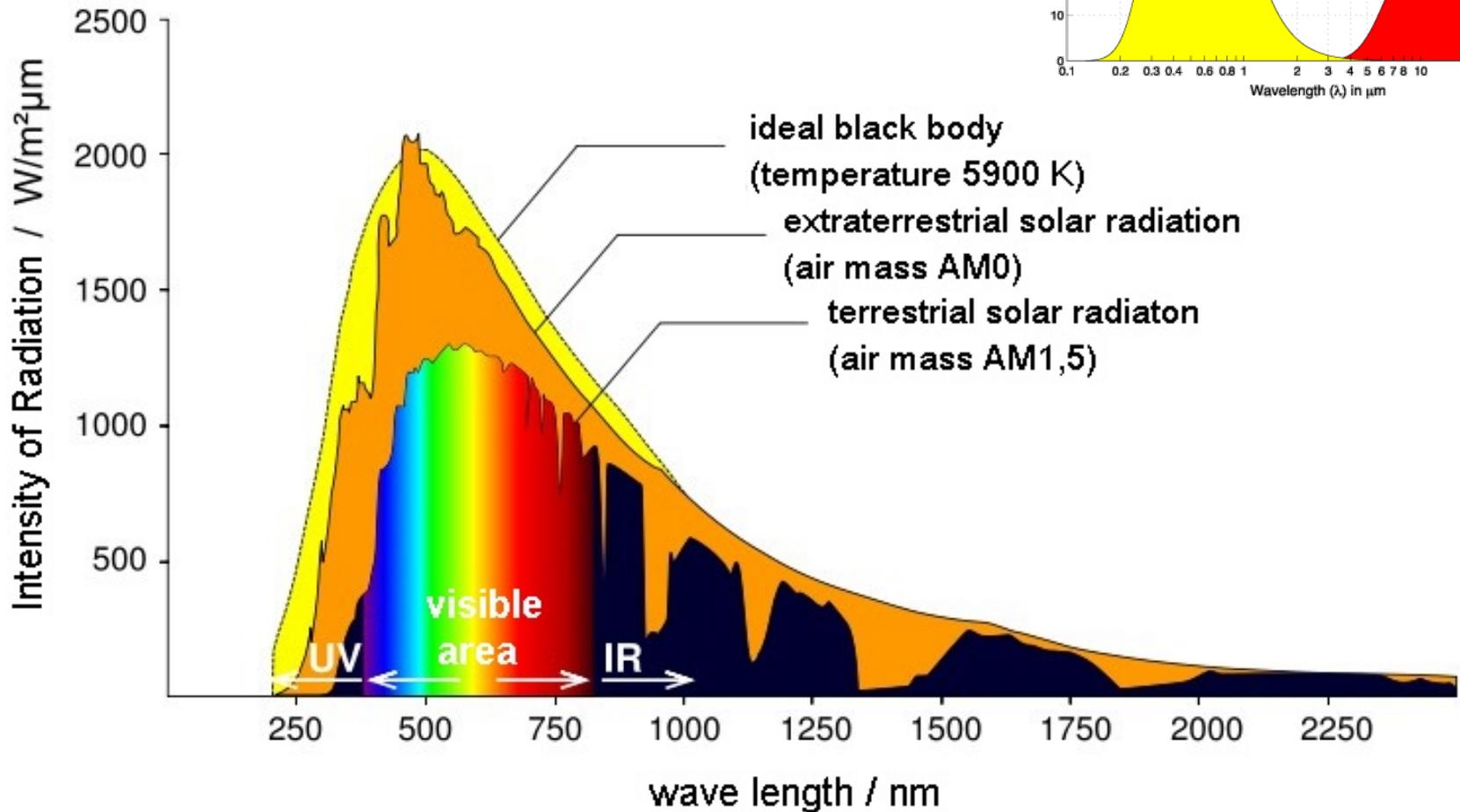
Para el sol,  $T \sim 6000K$ , tal que  $\lambda_m = 0.5 \mu m$

Para la tierra,  $T \sim 17^\circ C = 290K$ , tal que  $\lambda_m = 10 \mu m$

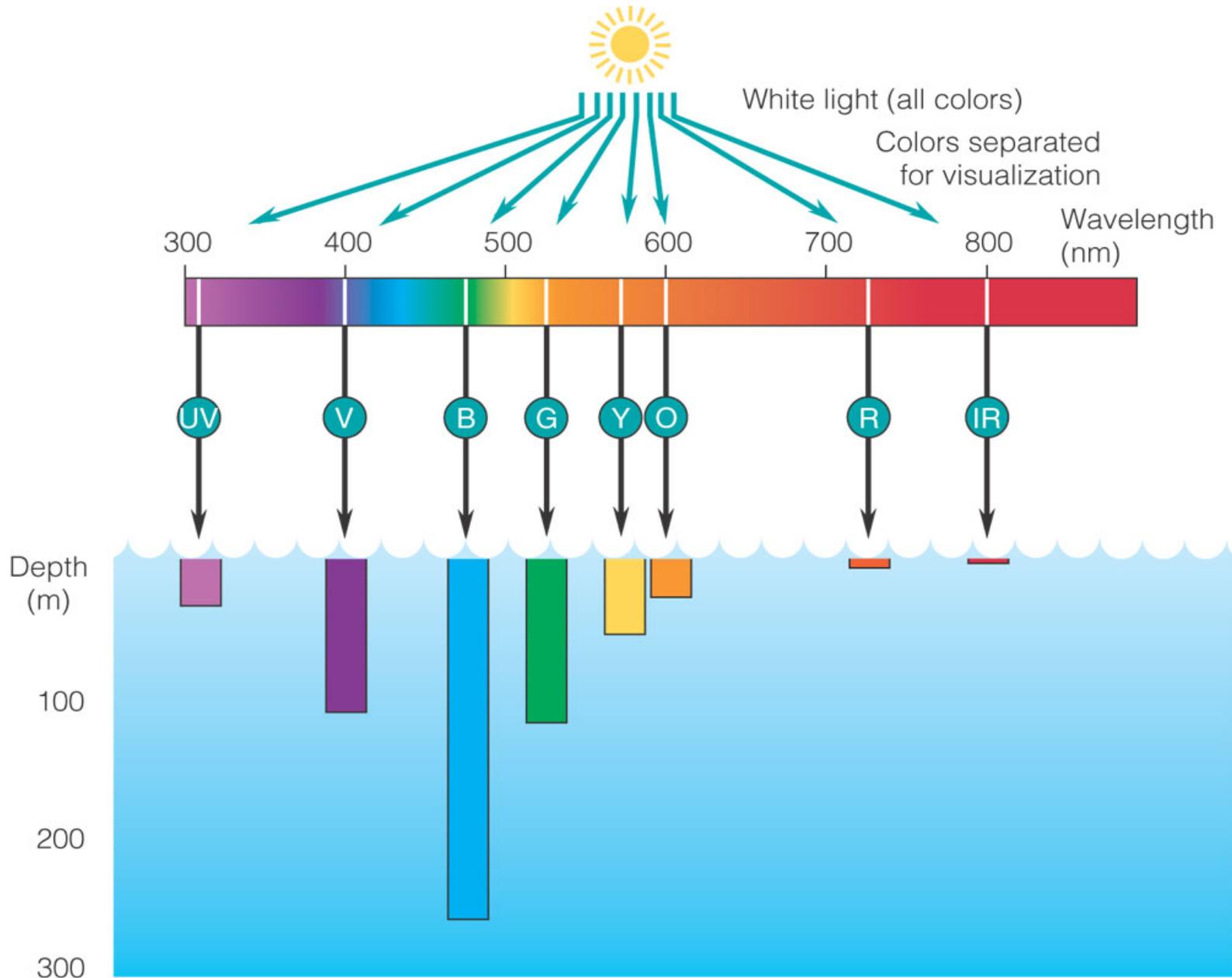
# Curvas de emisividad de cuerpo negro



# Irradiancia en la superficie de la tierra



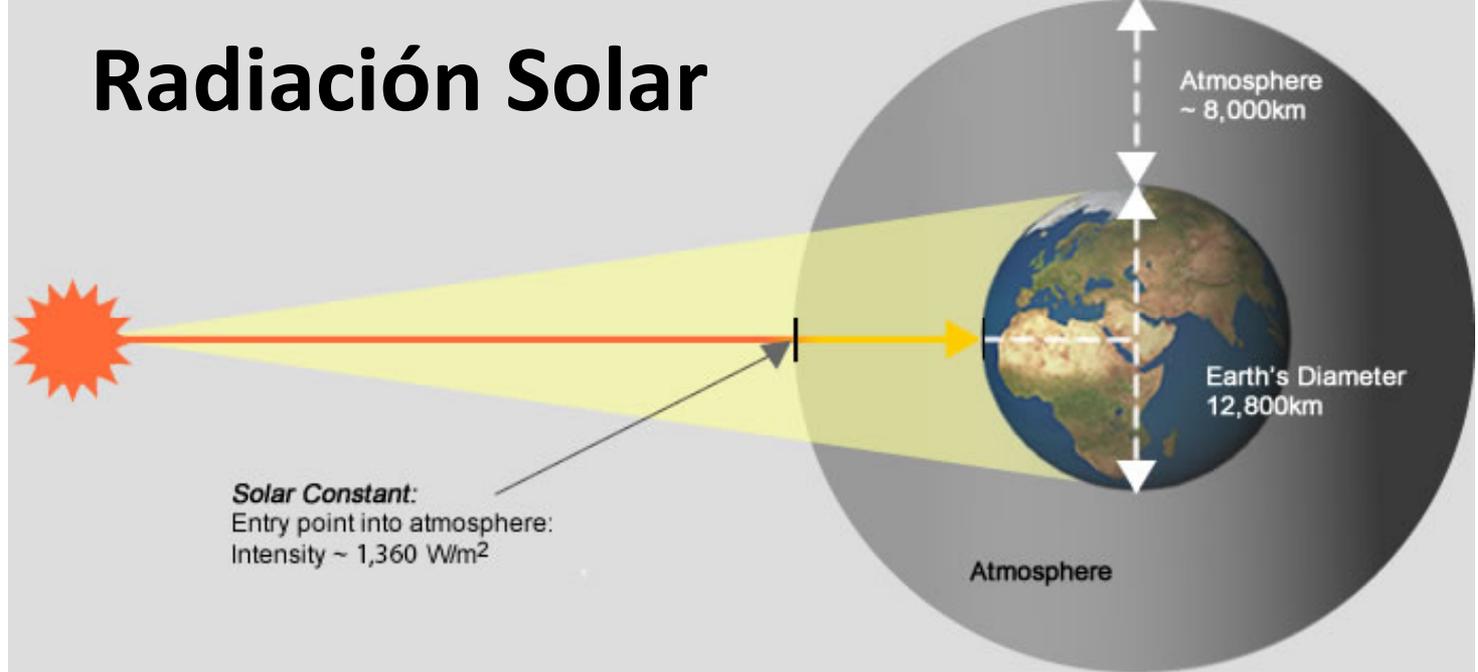
# Absorción de energía en el océano



# Radiación:

- La energía que se recibe en la superficie del océano es en dos longitudes de onda, onda corta (solar) y onda larga (infrarrojo).
- En el océano, la energía de onda larga se absorbe totalmente en los primeros metros de agua. La luz que más penetra es la azul.

# Radiación Solar



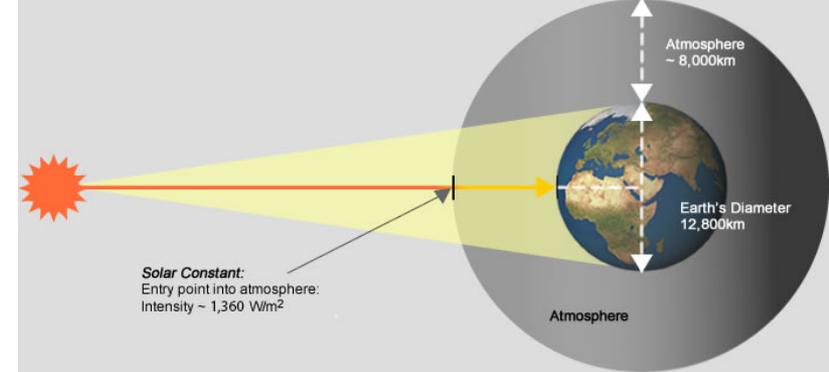
A una distancia de 1 unidad astronómica (UA), que equivale a la distancia de la tierra al sol, la energía que se recibe es

$$S = 1376 \text{ W m}^{-2} = 1.376 \text{ KW m}^{-2}$$

Donde S es la constante solar, y

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W} = 1000 \text{ Joules s}^{-1}$$

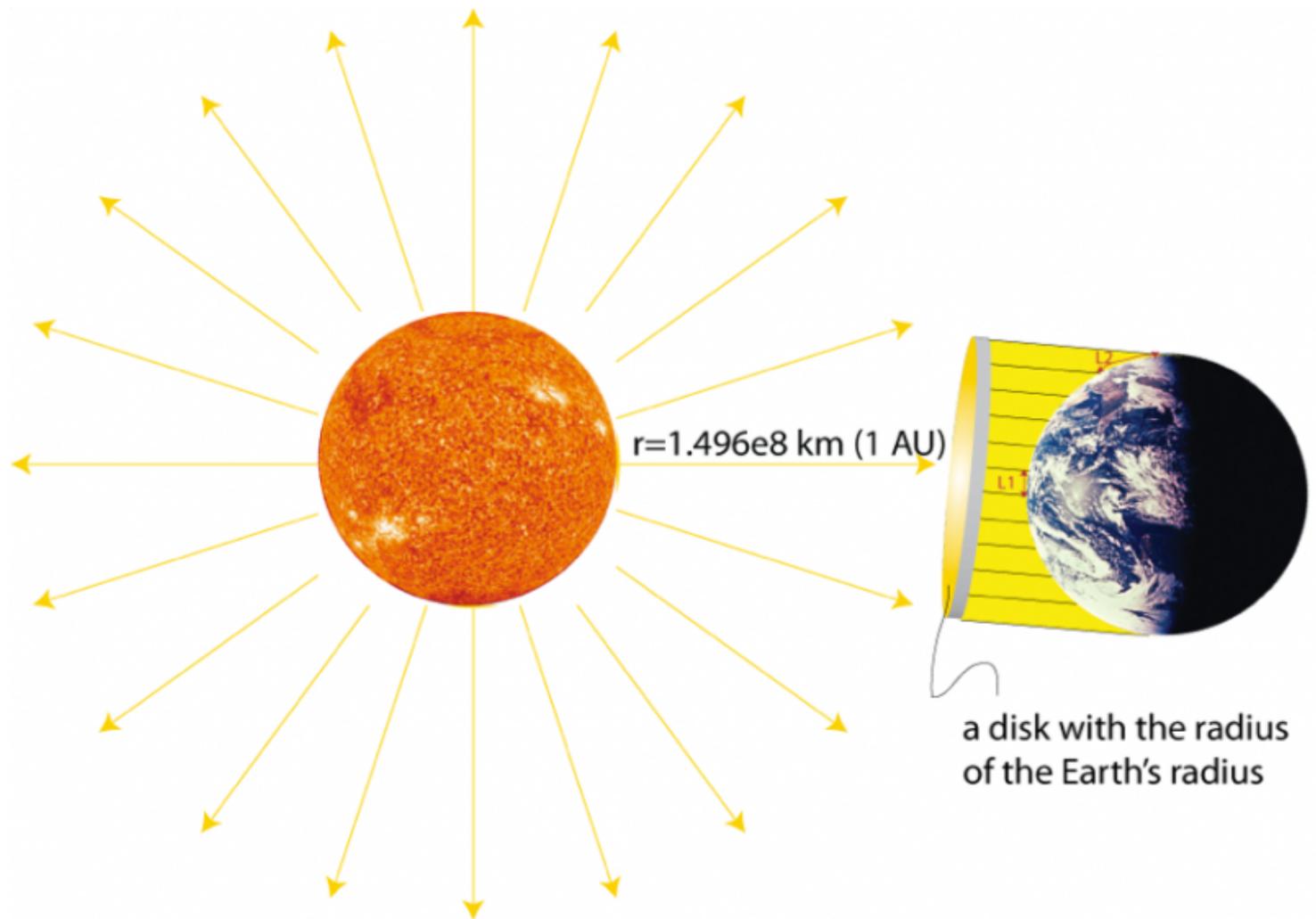
$S$  varía cíclicamente en  $\pm 3\%$



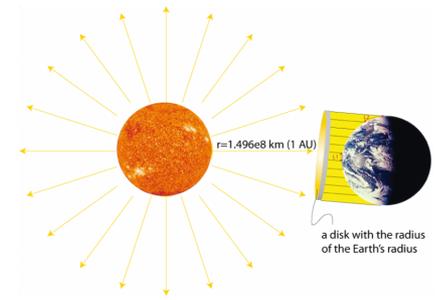
Para un disco de radio  $r=0.5\text{m}$ , el área es  $A=\pi r^2 \approx 0.79 \text{ m}^2$  y recibe aproximadamente  $1080 \text{ W}$

En el caso de la tierra que tiene un radio  $R \sim 6.37 \times 10^6 \text{ m}$ , la cantidad total de energía que recibe el disco perpendicular a los rayos del sol es

$$E = \pi R^2 S = \pi R^2 S \approx 2.7 \times 10^{10} \text{ W}$$



Debido a la rotación de la tierra, la energía total que llega al disco plano se debe repartir en toda la superficie de la tierra que es esférica, un área igual a  $4\pi R^2$



**En resumen:**

Energía total recibida en el disco de radio  $R$ ,  $E = \pi R^2 S$

Área de la esfera,  $4\pi R^2$

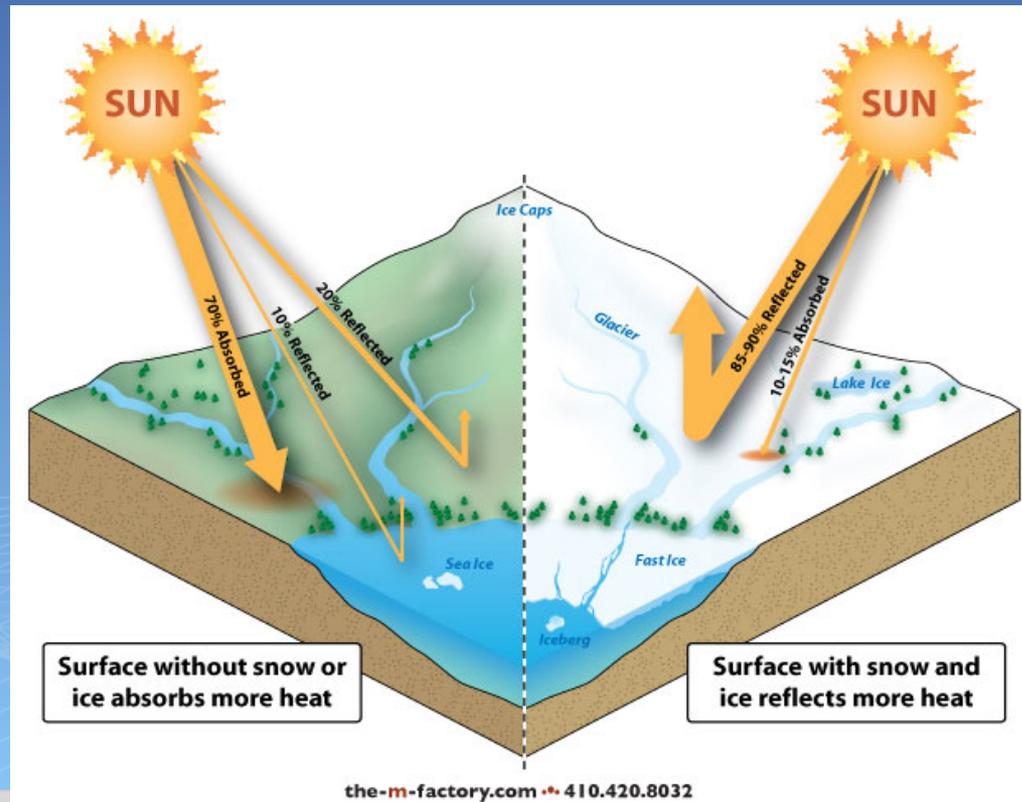
Por tanto, la energía que recibe cada  $m^2$  en la superficie es

$$E_T = \frac{\pi R^2 S}{4\pi R^2} = \frac{S}{4} = 344 \text{ Wm}^{-2}$$

# Energía recibida.

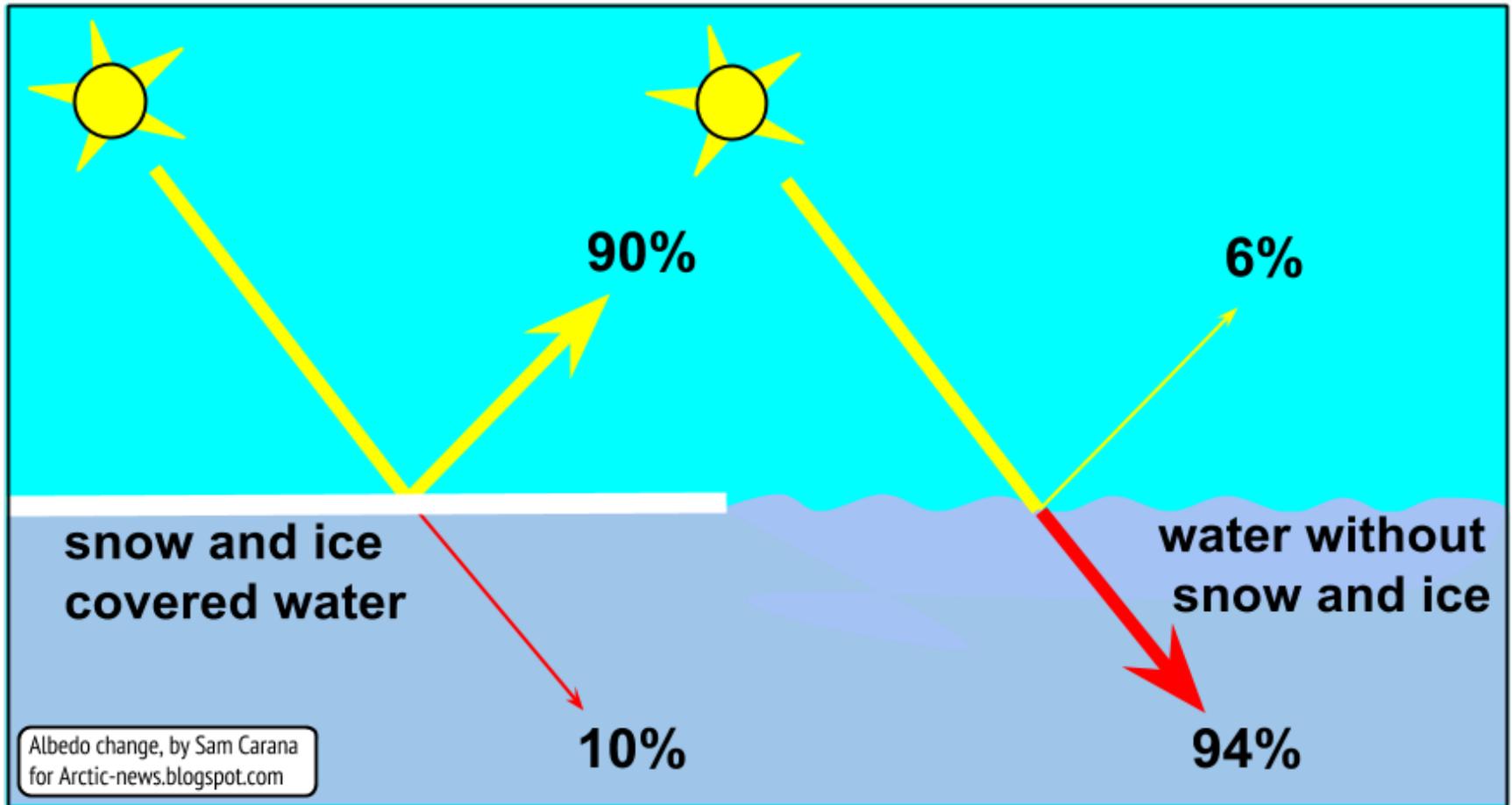


No toda la energía que llega a la superficie de la tierra se absorbe. Una proporción alta se refleja directamente a la atmósfera. Esto se conoce como **Albedo**



Albedo de nieve + hielo (polos) es  $\sim 0.9$

Albedo en el océano es  $\sim 0.1$



De los  $344 \text{ Wm}^{-2}$  que llegan a la superficie de la tierra, una proporción  $\alpha$  se refleja directamente a la atmósfera. El valor de  $\alpha$  varía con el tipo de superficie a donde inciden los rayos solares

El valor promedio de  $\alpha$  es 0.3, por tanto la energía neta absorbida se calcula como:

$$E_N = \frac{1}{4} (1 - \alpha) S = 240 \text{ Wm}^{-2}$$

# Distribución de albedo a nivel global

