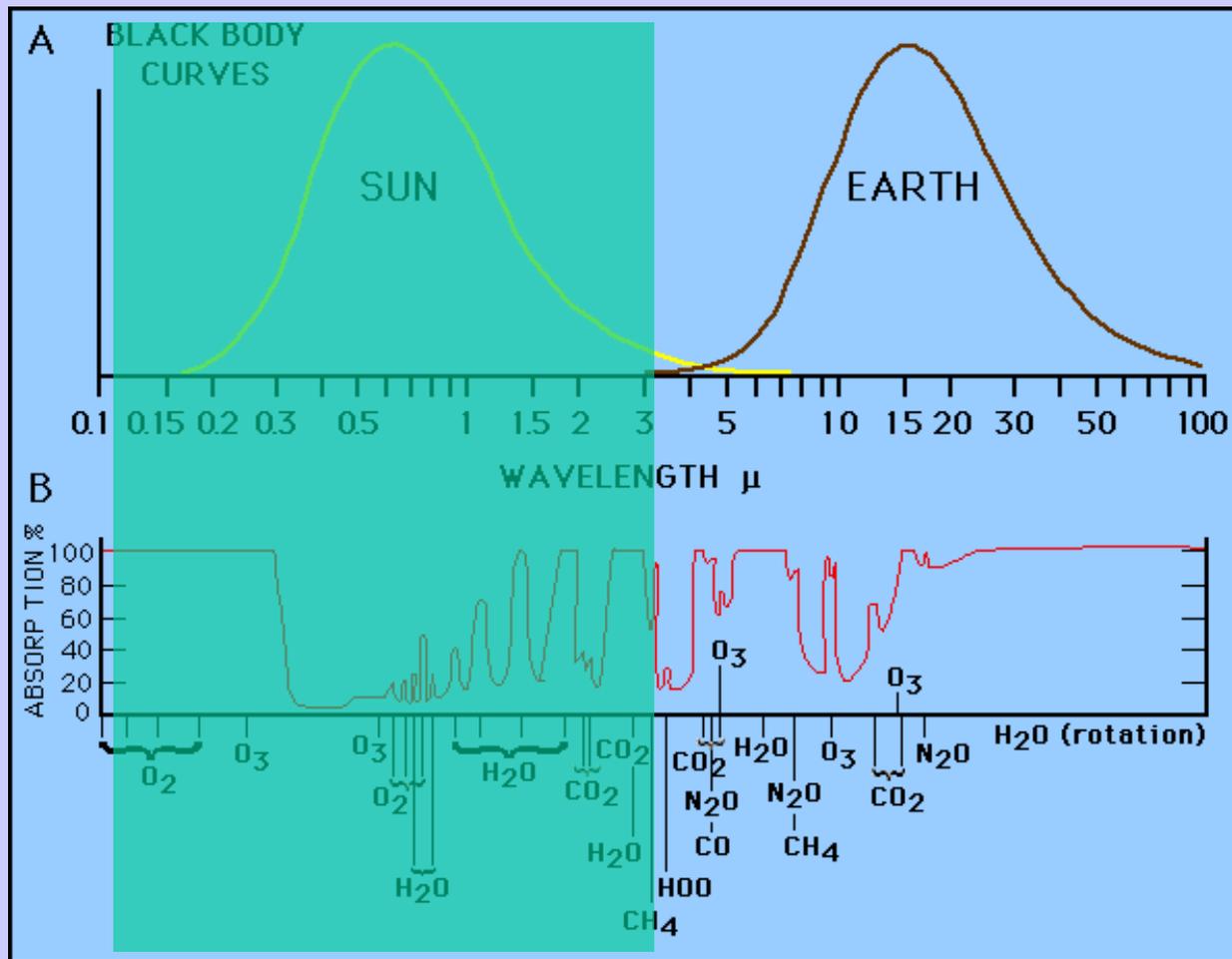


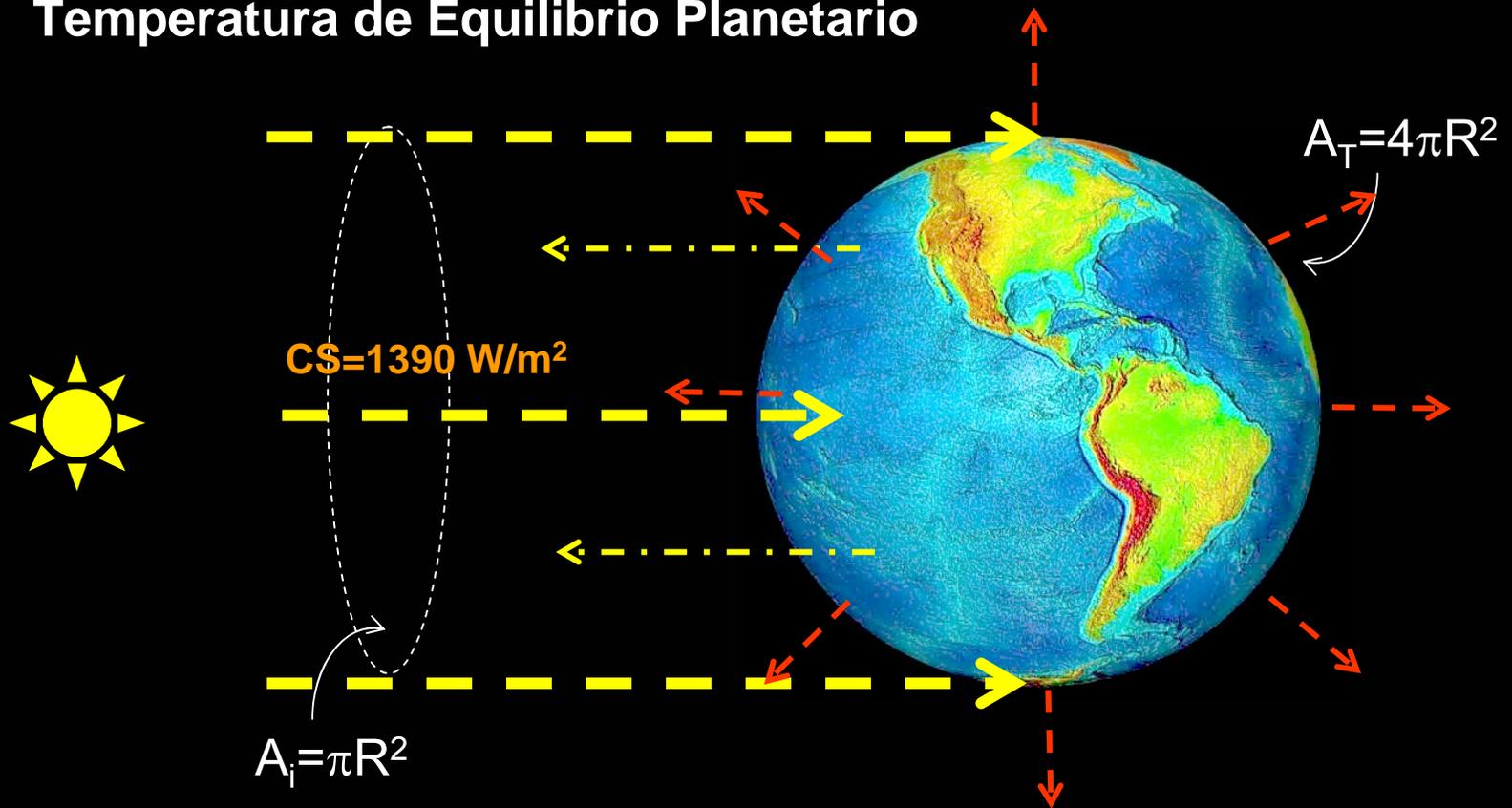
GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 4

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud



En su paso por la atmósfera, la radiación solar sufre absorción y dispersión debido a las moléculas de aire y aerosoles. En promedio, la absorción de la RS es solo de un 20%, pero muy efectiva en el rango de los rayos gama y UV.

Temperatura de Equilibrio Planetario



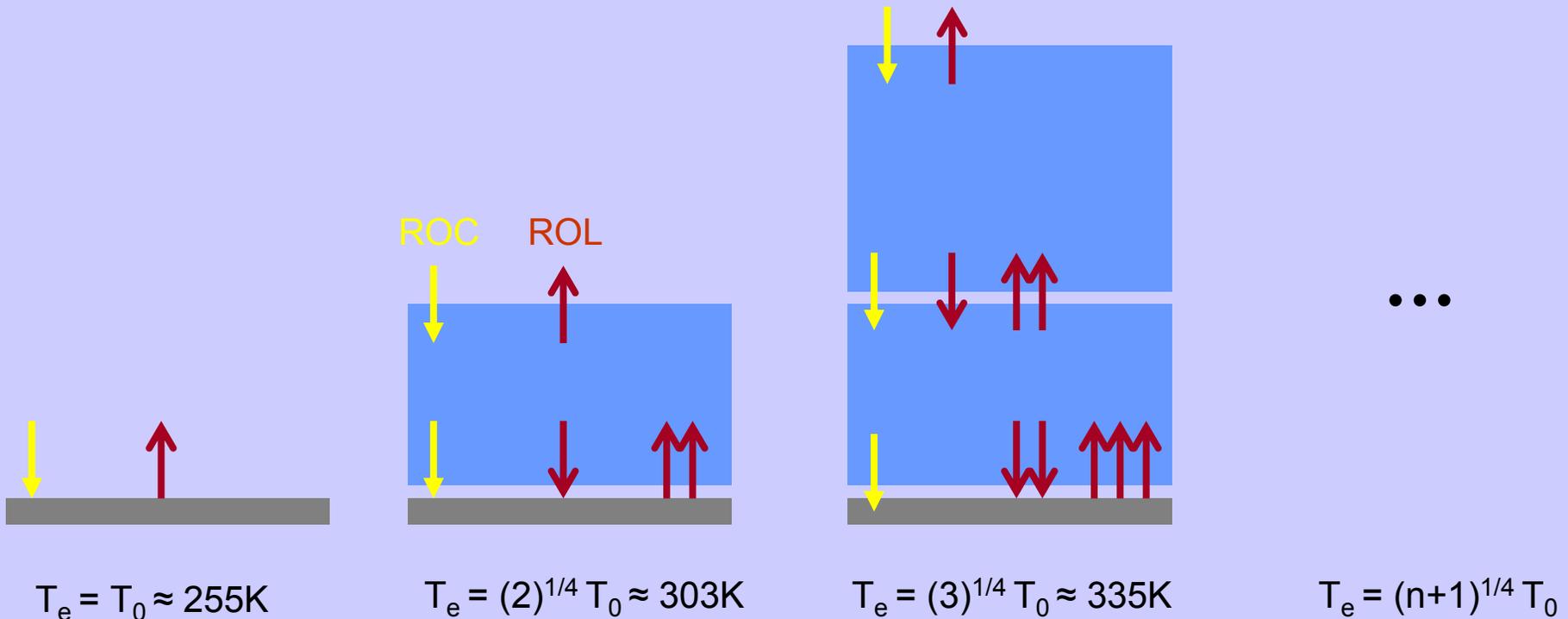
$$(1-\alpha) \cdot CS \cdot \pi \cdot R^2 = E_t \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2 \rightarrow E_t = 241 \text{ W/m}^2$$

α = albedo planetario (RS reflejada): 0.3 para la tierra

$$E_t = \varepsilon \sigma T_e^4 \rightarrow T_e = 255 \text{ K} = -18^\circ\text{C!}$$

GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 4
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Efecto Invernadero: Atmósfera 100% transparente a ROC y 100% opaca a ROL. En estado estacionario hay equilibrio de flujos radiativos en cada interfase y cada capa es isotermal...



Un modelo simple de efecto invernadero

Para el planeta tierra:

$$E=241 \text{ W/m}^2$$

$$a_{\text{ROL}}=0.8$$

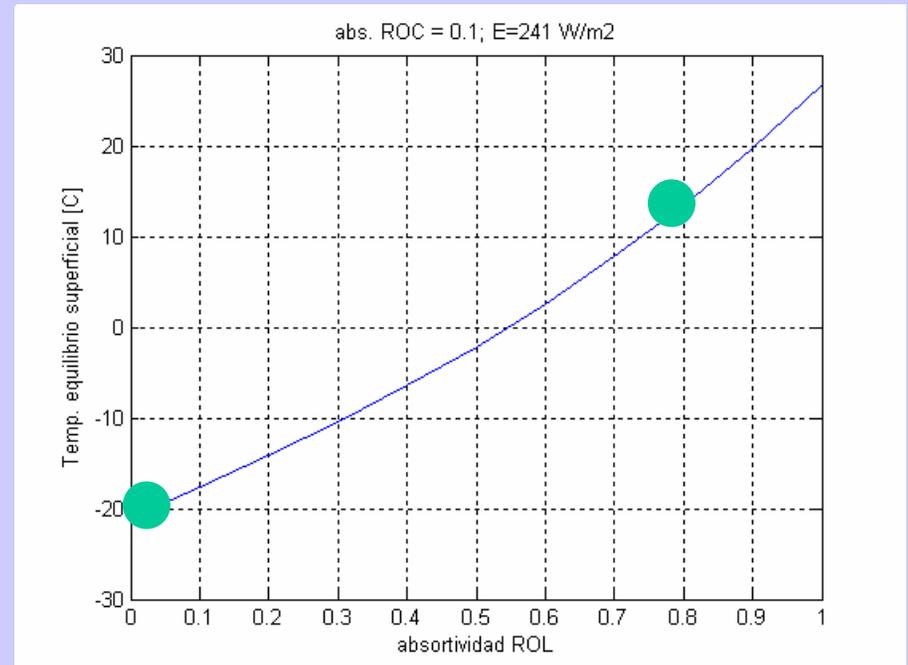
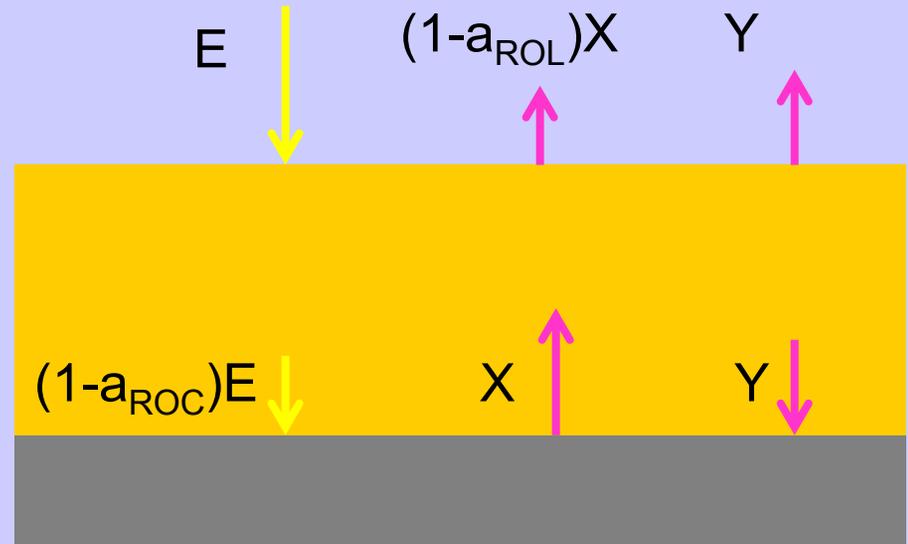
$$a_{\text{ROC}}=0.1$$

$$\text{Bal. Rad. al tope} \quad (1-a_{\text{ROL}})X + Y = E$$

$$\text{Bal. rad. superficie} \quad (1-a_{\text{ROC}})E + Y = X$$

$$X = \sigma T_s^4 = E (2-a_{\text{ROC}}) / (2-a_{\text{ROL}})$$

→ T_s aumenta si se incrementa a_{ROL}



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 4
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Completar la siguiente tabla....C1!

| Planeta | Constante Solar (W/m^2) | Albedo | T. Equil. Teorica [C] | Temp. Observada desde fuera [C] | Temp. Superficial observada [C] |
|----------|-----------------------------|--------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Mercurio | | 0.06 | | 169 | ? |
| Venus | | 0.78 | | -46 | +477 |
| Tierra | | 0.30 | | -18 | +15 |
| Marte | | 0.17 | | -57 | -47 |
| Jupiter | | 0.45 | | -148 | ? |

Recuerde emplear °K en las formulas y luego convertir a °C.

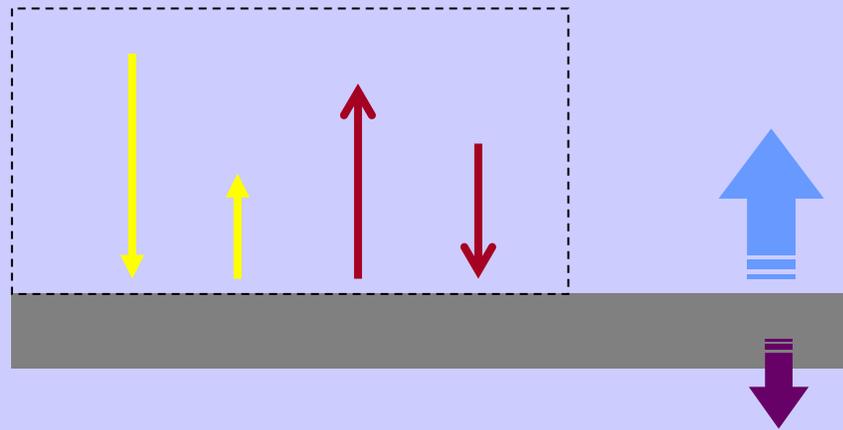
¿por qué la Venus observado desde afuera es más frío que la Tierra pese a estar mas cerca del sol?

¿qué planeta tiene el mayor y menor efecto invernadero? ¿cuáles son las gases invernadero mas relevantes en cada caso?

¿qué puede explicar la discrepancia en el caso de Jupiter?

Radiación Neta

$$RN = OC_{\downarrow} + OC_{\uparrow} + OL_{\downarrow} + OL_{\uparrow}$$



Balance Energía Superficial...múltiples aplicaciones

$$\rho C_p h \frac{\partial T}{\partial t} = OC_{\downarrow} + OC_{\uparrow} + OL_{\uparrow} + OL_{\downarrow} + Ft + G$$

Todos los términos anteriores pueden ser medidos ☺ o estimados ☹

Tabla 1: Ecuaciones para estimar la radiación de onda corta y larga.

| Ecuación | Variables |
|---|---|
| Burridge y Gadd (1974): $RS \downarrow = S(0,6 + 0,2sen\psi)(1 - 0,4\sigma_{CH})(1 - 0,7\sigma_{CM})(1 - 0,4\sigma_{CL})sen\psi$ | $sen\psi, \sigma_{CH}, \sigma_{CM}$ y σ_{CL} |
| Burridge y Gadd (1974): $RS \uparrow = -aRS \downarrow$ | a |
| Burridge y Gadd (1974): $ROL^* = (-96,4Wm^{-2})(1 - 0,1\sigma_{CH} - 0,3\sigma_{CM} - 0,6\sigma_{CL})$ | σ_{CH}, σ_{CM} y σ_{CL} |
| Paltridge y Platt (1976): $ROL^* = \sigma_{SB}T_a^4(0,94 \cdot 10^{-5}T_a^2 - 1) - 0,3\epsilon_{IR}\sigma_{SB}T_a^4C$ | ϵ_{IR}, T_0, T_a y C |
| Stefan-Boltzmann: $ROL \uparrow = \epsilon_{IR}\sigma_{SB}T_0^4$ | ϵ_{IR} y T_0 |
| Swinbank's (1963): $ROL \downarrow = 0,94 \cdot 10^{-5}\sigma_{SB}T_a^6$ | T_a |
| Idso (1981): $ROL \downarrow = [0,7 + 5,95 \cdot 10^{-5}e_aexp(1500/T_a)]\sigma_{SB}T_a^4$ | e_a y T_a |

σ_{CH} = fracción nubosidad alta

σ_{CM} = fracción nubosidad media

σ_{CL} = fracción nubosidad baja

ψ = complemento del ángulo cenital

e_a = presión de vapor (hPa)

$\sigma_{SB} = 5,67 \cdot 10^{-8} (Wm^{-2}K^4)$

ϵ_{IR} = emisividad superficial (Tabla 2)

a = albedo superficial (Tabla 2)

T_0 = temperatura del suelo (K)

T_a = temperatura del aire (K)

C = fracción de cielo cubierto

S = constante solar ($1360 W/m^2$)

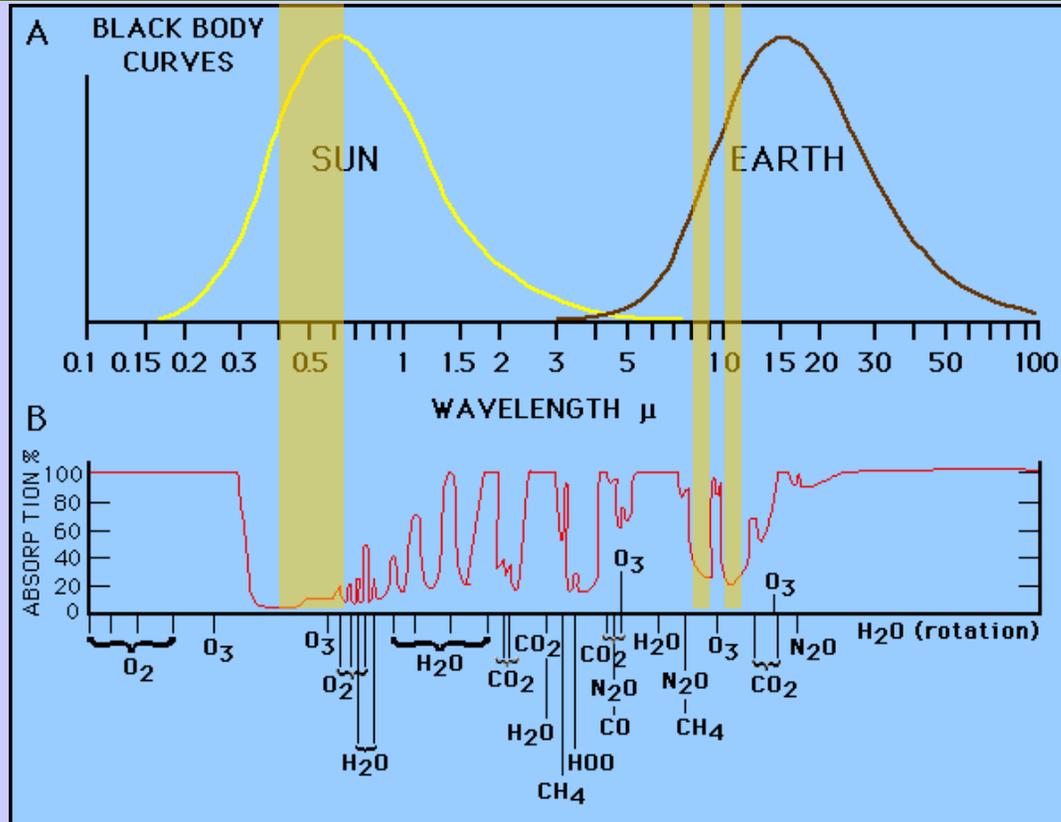
Tabla 2: Albedo superficial y emisividad superficial para distintas superficies.

| Tipo de suelo | Albedo (a) | Emisividad (ϵ_{IR}) |
|----------------|----------------|--------------------------------|
| Tierra/cemento | 0,05-0,40 | 0,90-0,98 |
| Desierto | 0,20-0,45 | 0,84-0,91 |
| Césped | 0,16-0,26 | 0,90-0,95 |
| Suelo agrícola | 0,15-0,25 | 0,90-0,99 |
| Bosque | 0,15-0,20 | 0,97-0,98 |
| Agua | 0,03-0,10 | 0,92-0,97 |
| Nieve | 0,40-0,95 | 0,82-0,99 |
| Hielo | 0,20-0,45 | 0,92-0,97 |

GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 4

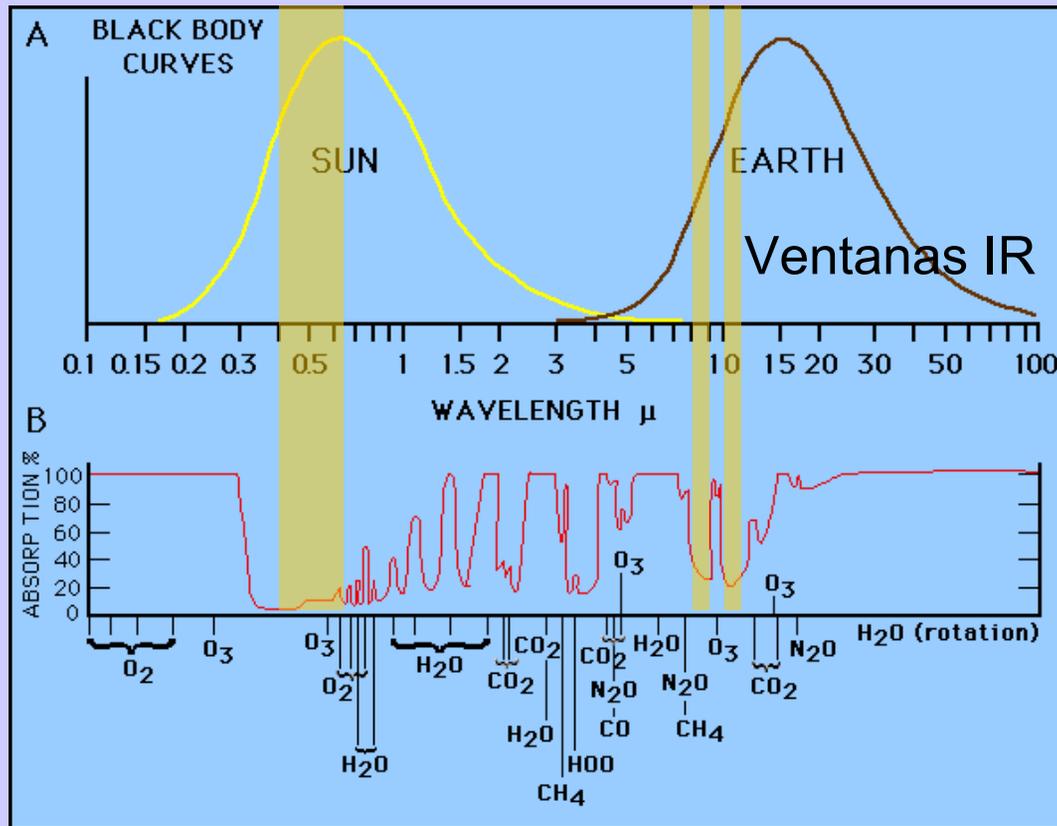
Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

Ventana VIS



Recordemos que la atmósfera es transparente a la ROC. Entonces un satélite “mirando” hacia la tierra en el rango 0.4-0.7 μ m vera la radiación reflejada por la superficie del planeta o las nubes sobre ella.

Las diferencias de reflectividad (energía reflejada y recibida por el satélite) permiten distinguir diversos rasgos: zonas con nubes, océanos, continentes, nieve, etc.

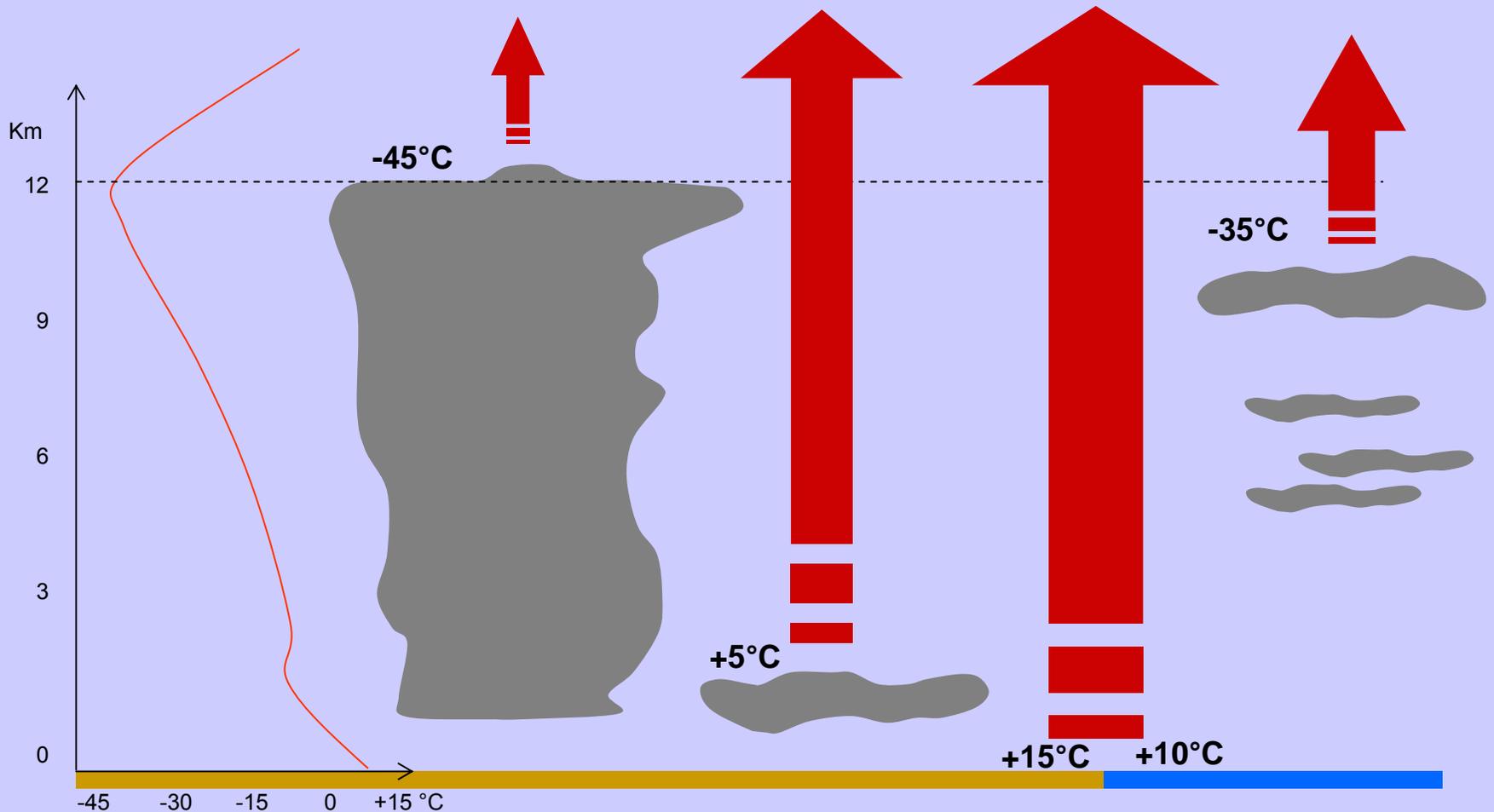


La atmósfera en cambio es muy opaca a la ROL. Sin embargo, la ROL a $8 \mu\text{m}$ y $11 \mu\text{m}$ es debilmente absorvida. Estos rangos se denominan **ventana infraroja**.

Si el satélite “mira” en esas ventanas, la mayor parte de la energía proviene de la superficie del planeta o las nubes sobre ella. Podemos usar ademas $E = \epsilon \sigma T^4$ para poder estimar la temperatura del cuerpo emisor. Menor radiación \rightarrow temperatura más baja \rightarrow tope mas alto

$E^* = \sigma T^4$ + Major part of "earth" Energy in IR band + Atmospheric IR Windows
→ IR satellite measurements can be used to estimate "surface" temperatures and eventually cloud top height

Caveats: Obscuring effects, atmospheric effects, no info. on cloud depth



GF45A-GF3003 Introducción a la Meteorología – Clase 4

Semestre Otoño 2009 – R. Garreaud

