

Préstamos de biblioteca

Estimados Docentes:

Considerando que la docencia se está llevando adelante de manera no presencial y que se han recibido varias inquietudes respecto al acceso a material bibliográfico, se resolvió inicialmente, que durante las siguientes 2 semanas quienes lo necesiten podrán acceder a libros de Biblioteca de la siguiente forma:

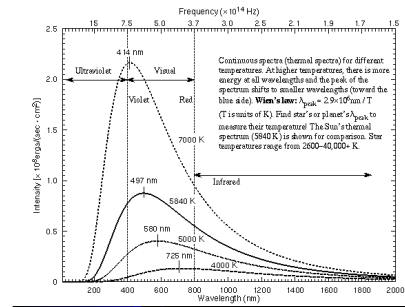
1. Realizar la búsqueda en el catálogo biur.edu.uy/F `¡http://biur.edu.uy/F!`.
2. Enviar el o los ejemplares escogidos al correo: prestamo@fcien.edu.uy `¡mailto:stamo@fcien.edu.uy!`.
3. Cada semana las solicitudes serán recepcionadas hasta las 12:00 del día miércoles.
4. Personal de biblioteca dejará el material solicitado, debidamente identificado en Secretaría, de donde podrá ser retirado jueves y viernes en el horario de 8:30 a 13:00 hs.

Saludos cordiales, Equipo de Biblioteca

Sección Préstamo Centro de Documentación Científica y Biblioteca Facultad de Ciencias

El espectro electromagnético

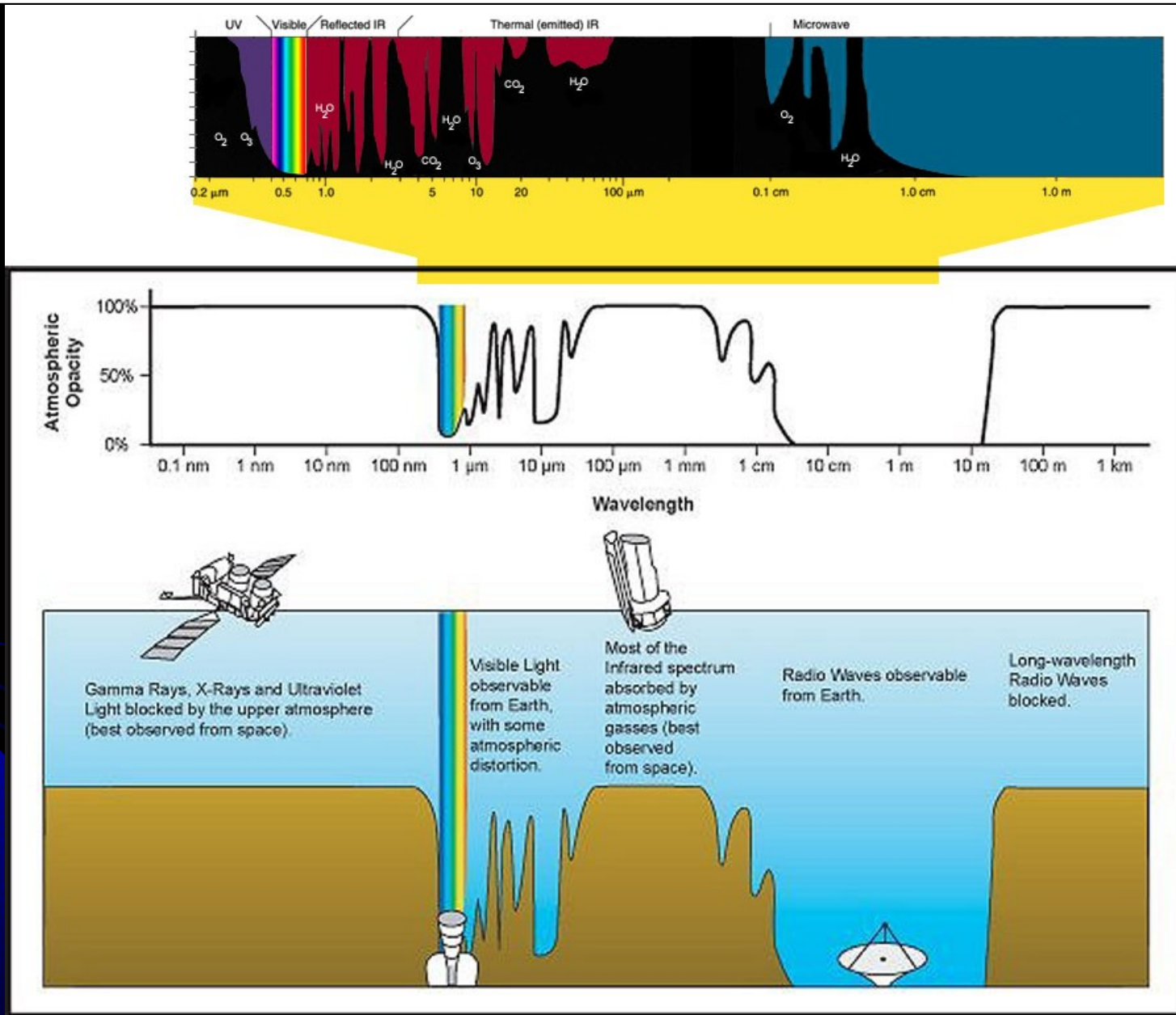
Leyes de la radiación



- * El espectro electromagnético: distintos tipos de radiación.
- * Las ventanas atmosféricas.
- * El análisis espectral. espectro continuo, de emisión y de absorción.
- * Las leyes de la radiación. Definición de cuerpo negro. Temperatura efectiva.
- * La temperatura de equilibrio de un planeta.
- * El efecto de invernadero.
- * Gases de invernadero y su aumento desde la era industrial.

El espectro electromagnético: Distintos tipos de radiación

Las ventanas atmosféricas



Las ventanas atmosféricas: distinto tipo de instrumental para observación desde la Tierra y el espacio

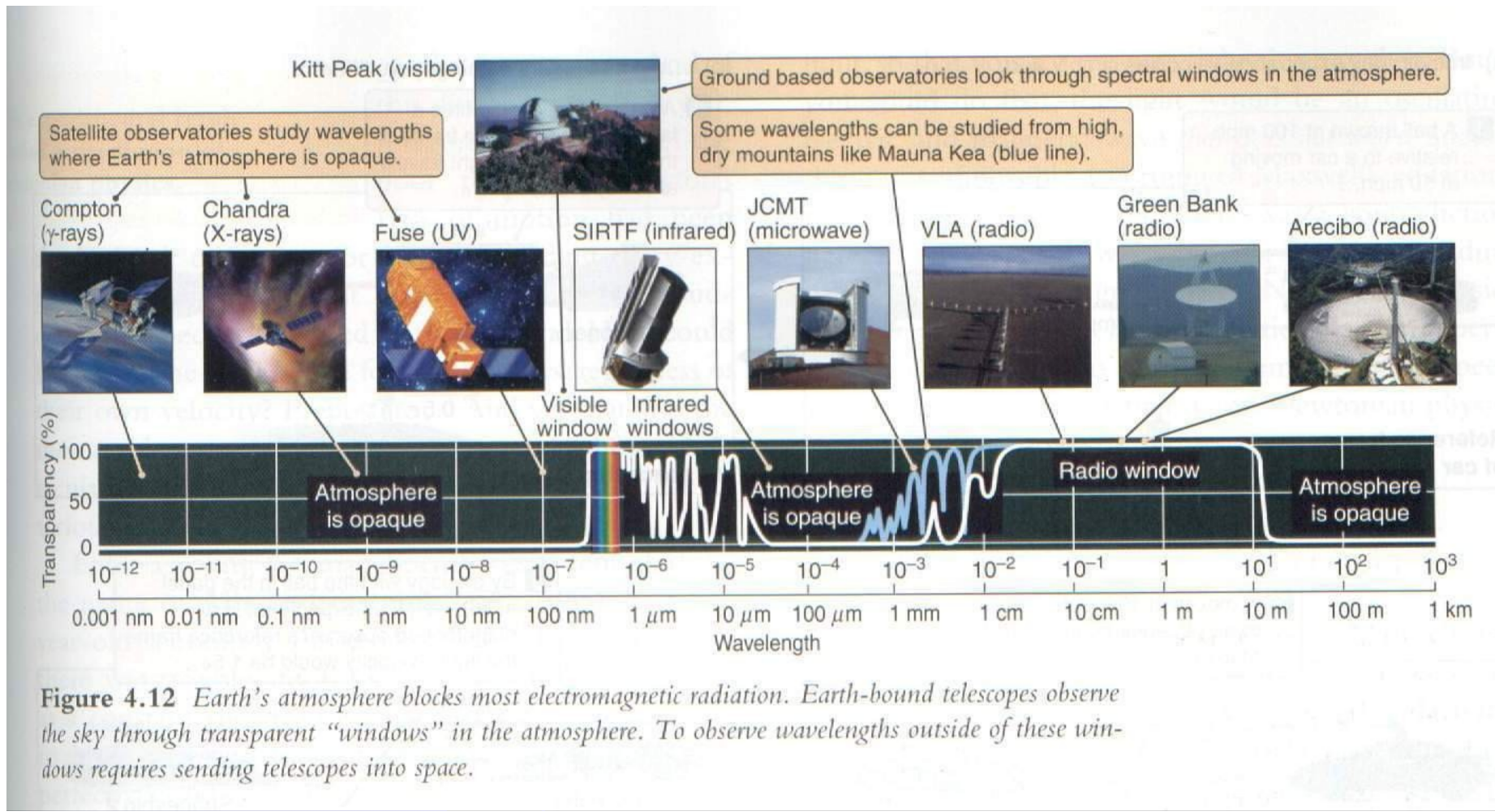
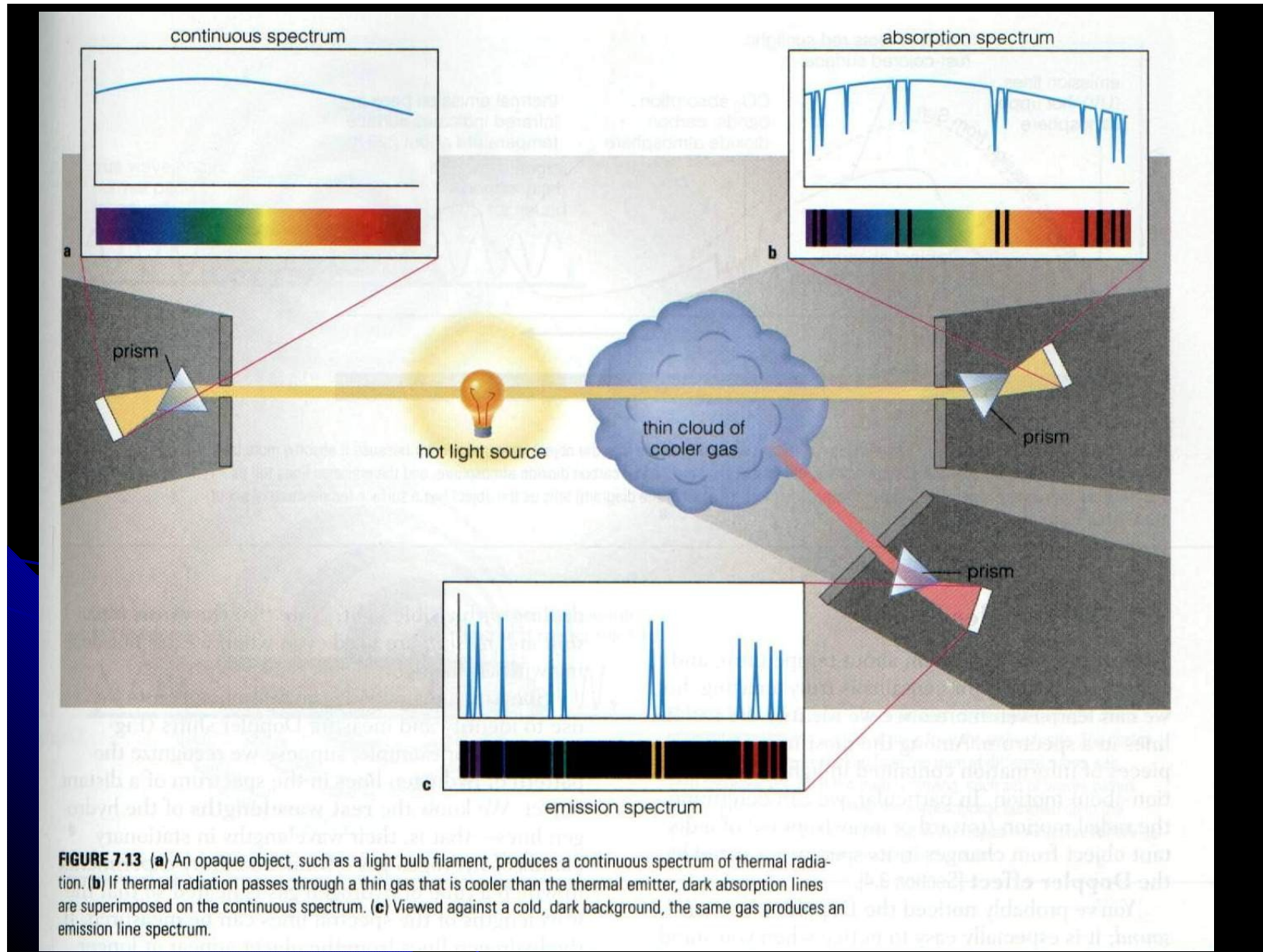
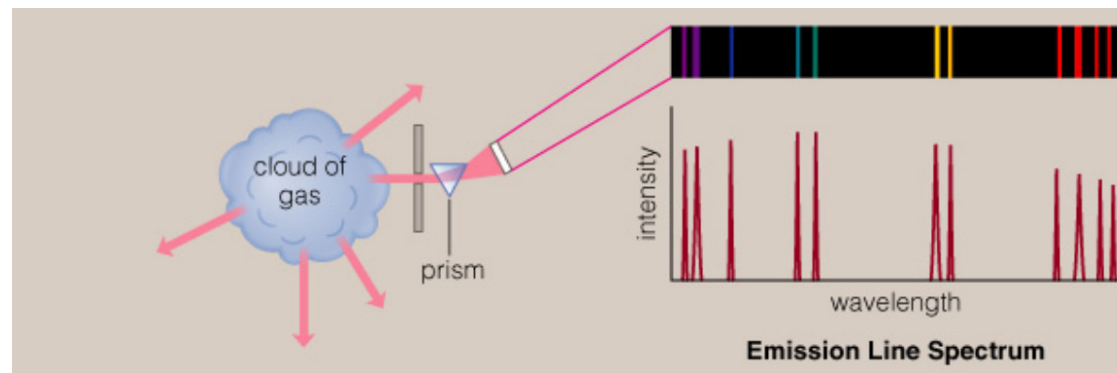
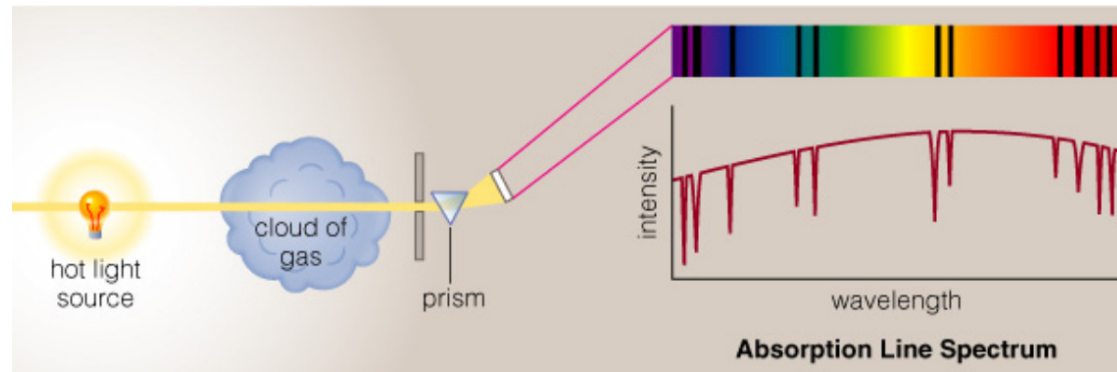
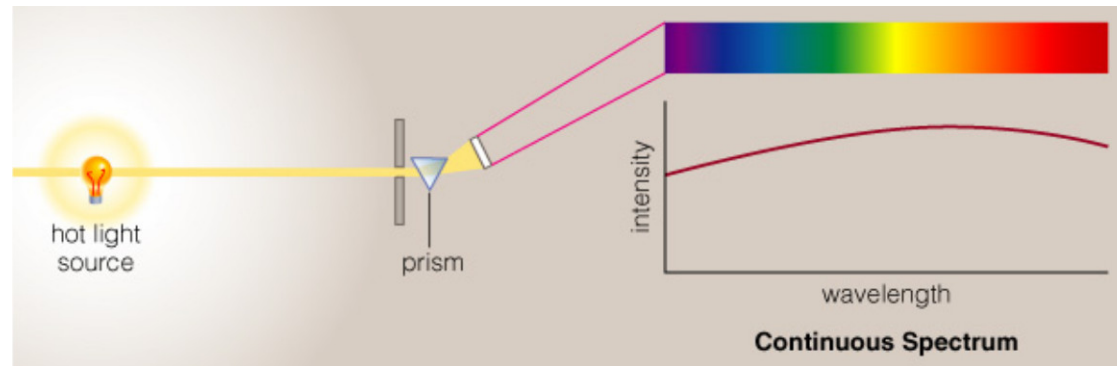


Figure 4.12 Earth's atmosphere blocks most electromagnetic radiation. Earth-bound telescopes observe the sky through transparent "windows" in the atmosphere. To observe wavelengths outside of these windows requires sending telescopes into space.

La descomposición de la luz: Los fundamentos del análisis espectral



Leyes de Kirchhoff



Las leyes de la radiación

* Se definen para un *cuerpo negro*: es una idealización, sería un objeto que absorbe toda la radiación que incide sobre él. Para estar en equilibrio termodinámico, debe irradiar energía a la misma tasa que absorbe. Por lo tanto, además de ser un absorbente perfecto, es también un emisor perfecto.

La energía radiante emitida por un cuerpo negro a una temperatura de equilibrio (superficial) T se distribuye en frecuencias ν (o en longitudes de onda λ), según la función de Planck:

$$B_{\nu}(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/k\lambda T} - 1}$$

donde: $\nu = c/\lambda$, h : constante de Planck, k : constante de Boltzmann, c : velocidad de la luz.

Leyes de la radiación (cont.)

* Ley de Wien: Describe para qué frecuencia ν (o long. de onda λ) tendremos el máximo de emisión de energía radiante en función de la temperatura del cuerpo T

$$\lambda_{max} = \frac{k_w}{T}$$

$$k_w = 0.29 \text{ cm K.}$$

* Ley de Stefan: Describe la intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo en función de la temperatura

Se obtiene integrando la función de Planck en λ (o ν):

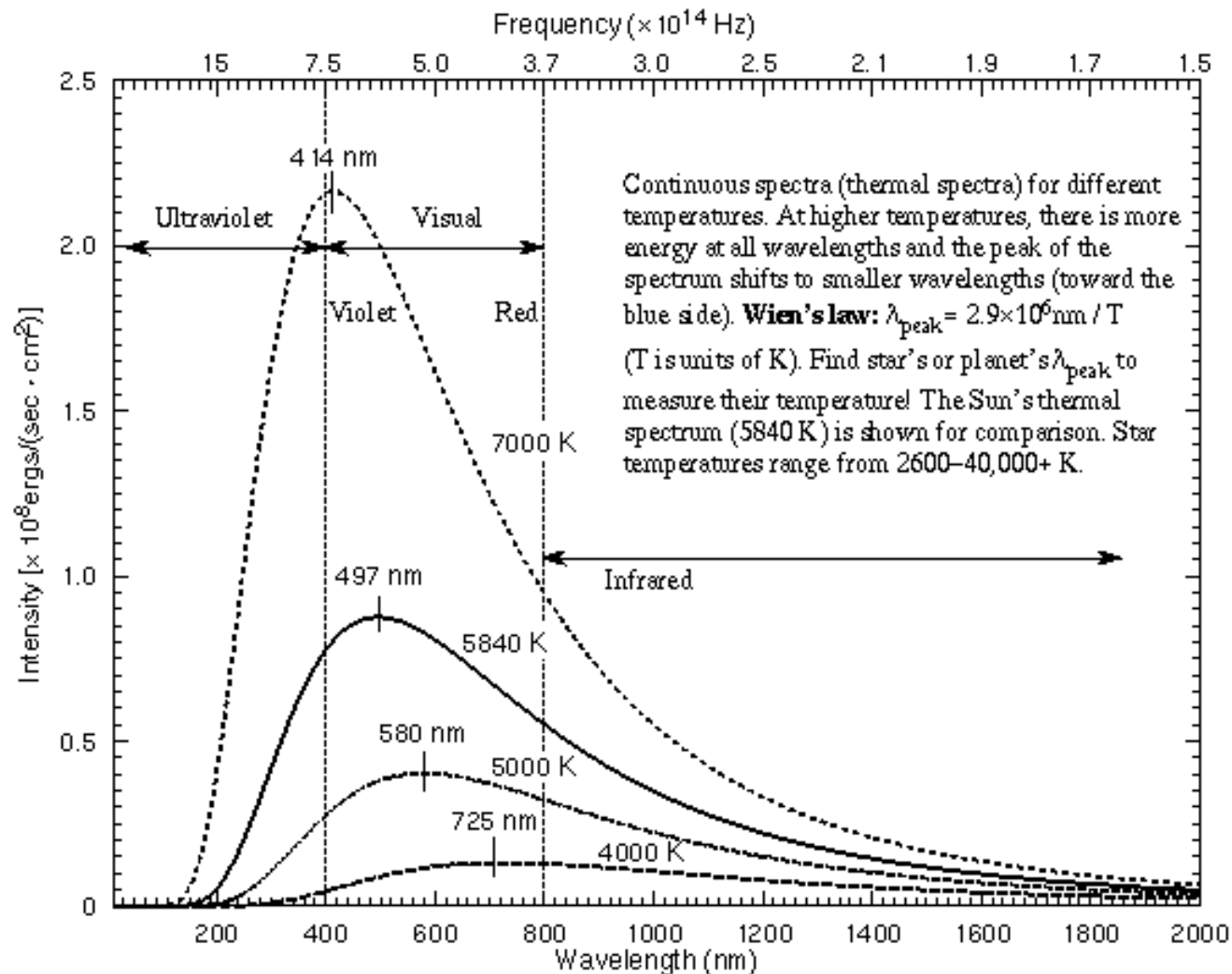
$$B(T) = \int_0^{\infty} B_{\nu}(T) d\nu = \int_0^{\infty} B_{\lambda}(T) d\lambda$$

De aquí obtenemos el flujo de radiación F^+ :

$$F^+ = \pi B(T) = \sigma T^4$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-5} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ K}^{-4}.$$

Ejemplos de distribución de energía radiante (curvas de Planck) para cuerpos de distintas temperaturas superficiales



Colores de cuerpos radiantes (estrellas)



Cúmulo de estrellas Messier 93: Se observa que la estrellas tienen distintos colores que corresponden a distintas *temperaturas efectivas*.

Temperatura efectiva

Se define como la temperatura de la superficie de un cuerpo que emite una cantidad de energía radiante por unidad de tiempo L , asumiendo que se comporta como un cuerpo negro. Si el cuerpo tiene un radio R , la relación entre la luminosidad L , la temperatura efectiva T_{ef} y el radio estará dada por la ecuación:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{ef}^4$$

De donde obtenemos:

$$T_{ef} = \left(\frac{L}{4\pi\sigma R^2} \right)^{1/4}$$

Conociendo la luminosidad y el tamaño de la estrella podemos entonces obtener la temperatura efectiva de la misma. Esta temperatura se puede asimilar a la correspondiente a la superficie del cuerpo emisor.

La temperatura de equilibrio de un planeta

Energía total emitida por el Sol por seg:

$$E_{\odot} = \sigma T_{\odot}^4 4\pi R_{\odot}^2$$

Energía por seg que alcanza el planeta a una distancia r (por unidad de área):

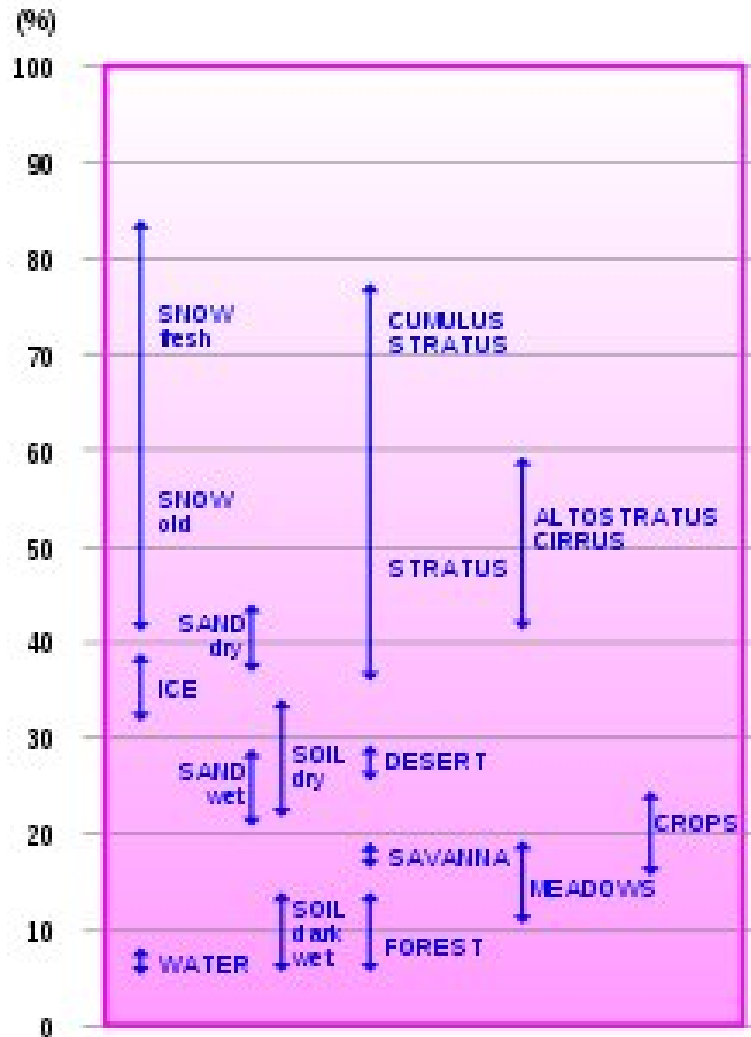
$$\frac{E_{\odot}}{4\pi r^2} = \frac{\sigma T_{\odot}^4 R_{\odot}^2}{r^2}$$

Si R_P es el radio del planeta, la energía solar que intercepta por seg es:

$$\frac{\sigma T_{\odot}^4 R_{\odot}^2 \pi R_P^2}{r^2}$$

Si definimos el *albedo Bond* (visual) del planeta, A_v , como el cociente de la radiación reflejada sobre la radiación total incidente, el planeta absorbe una fracción $(1 - A_v)$ de la energía incidente.

Albedos planetarios



Objeto	Albedo Bond
Mercurio	0.12
Venus	0.75
Tierra	0.29
Luna	0.11
Marte	0.16
Ceres	0.09
Vesta	0.35
Júpiter	0.44
Saturno	0.46
Urano	0.56
Neptuno	0.51
Plutón	0.6

En equilibrio termodinámico, el planeta deberá re-emitir la misma cantidad de energía que absorbe (en caso contrario se calentaría o enfriaría), alcanzando una temperatura de equilibrio T_P , la cual se obtiene a través de:

$$4\pi R_P^2 \sigma T_P^4 = (1 - A_v) \sigma T_\odot^4 \frac{\pi R_P^2 R_\odot^2}{r^2} \quad (\text{rotación rápida})$$

$$2\pi R_P^2 \sigma T_P^4 = (1 - A_v) \sigma T_\odot^4 \frac{\pi R_P^2 R_\odot^2}{r^2} \quad (\text{rotación lenta})$$

$$T_P = \frac{T_\odot R_\odot^{1/2} (1 - A_v)^{1/4}}{2^{1/2} r^{1/2}} \quad (\text{rotación rápida})$$

$$T_P = \frac{T_\odot R_\odot^{1/2} (1 - A_v)^{1/4}}{2^{1/4} r^{1/2}} \quad (\text{rotación lenta})$$

EJERCICIO 1

Calcule la temperatura de equilibrio de la Tierra asumiendo que es un rotador rápido.

Datos:

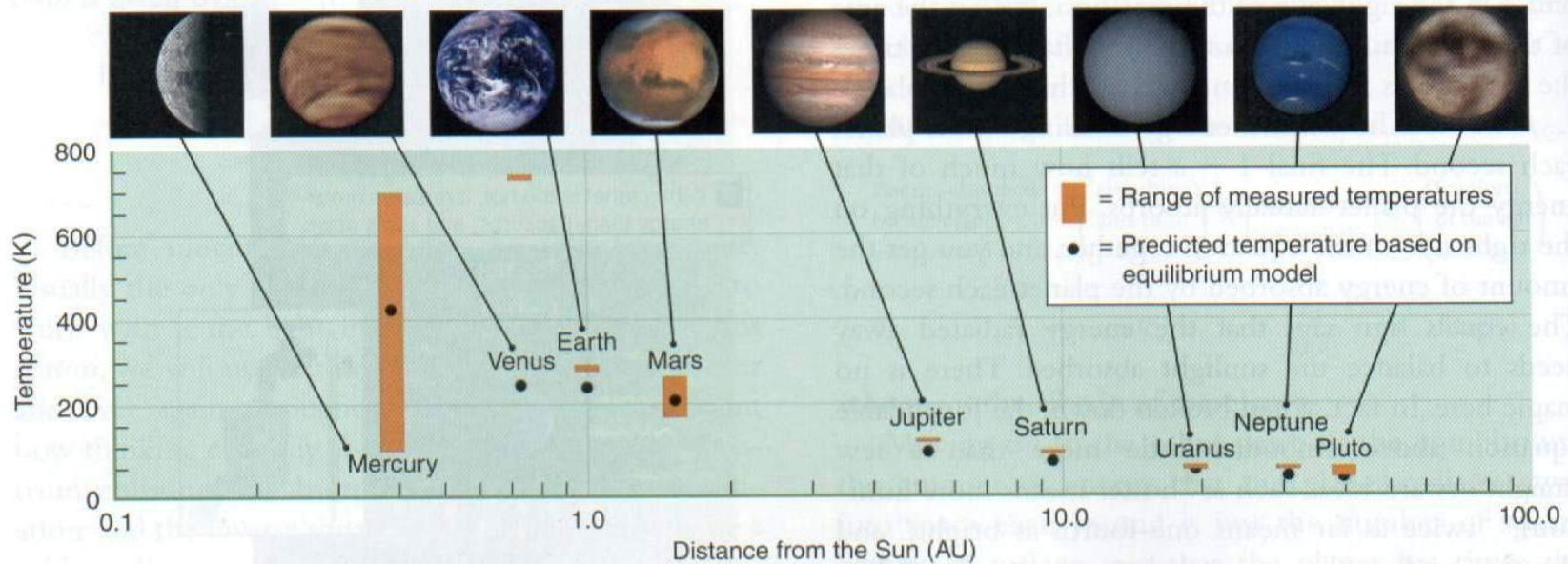
$$T_{\odot} = 5800 \text{ K}$$

$$R_{\text{rot}} = 7 \times 10^{10} \text{ cm}$$

$$\text{Distancia Sol-Tierra: } r = 1,5 \times 10^{13} \text{ cm}$$

Temperaturas de equilibrio en el sistema solar:

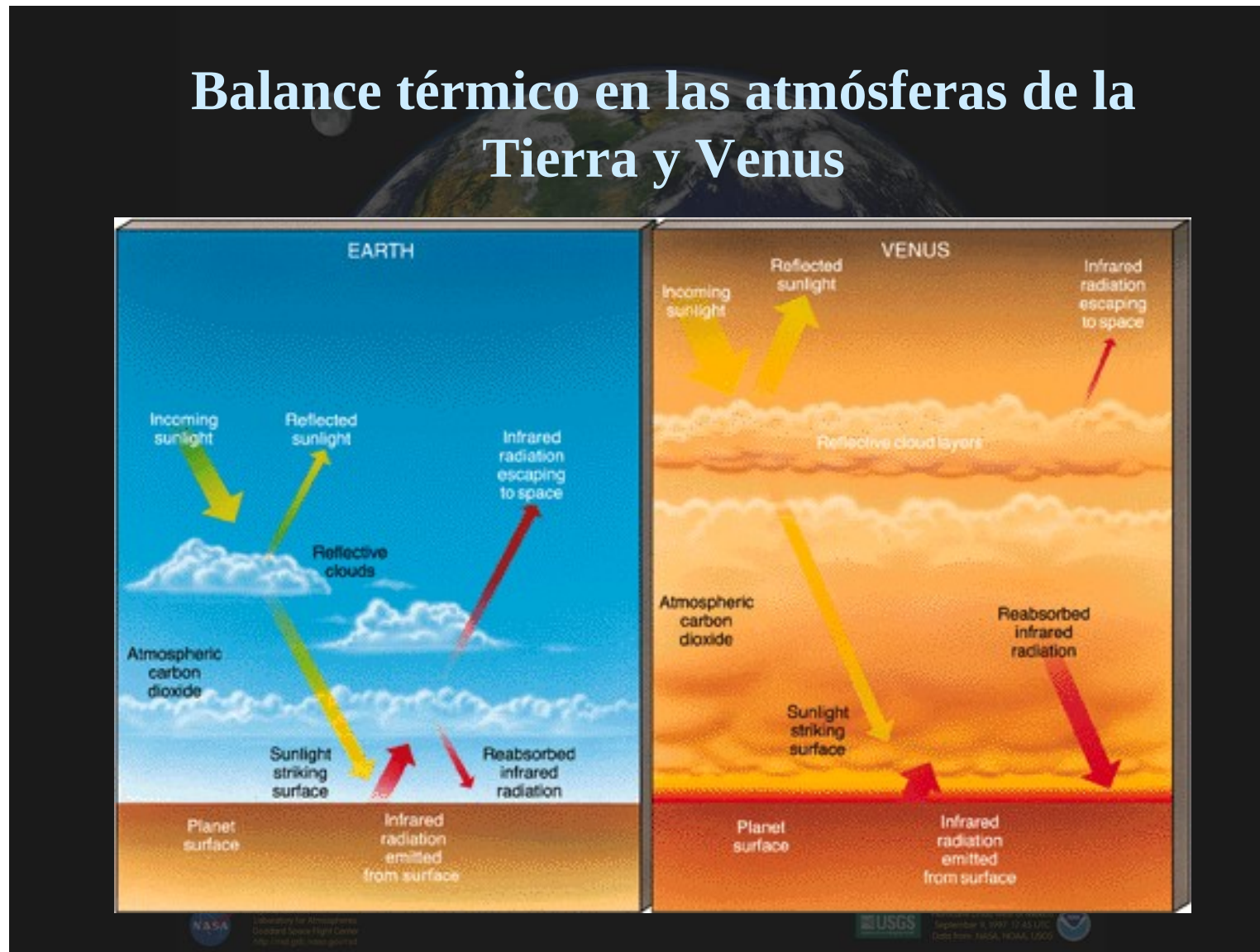
Figure 4.27 Predicted temperatures for the planets, based on the equilibrium between absorbed sunlight and thermal radiation into space, are compared with ranges of observed surface temperatures. Some predictions are correct. Interestingly, others are not.



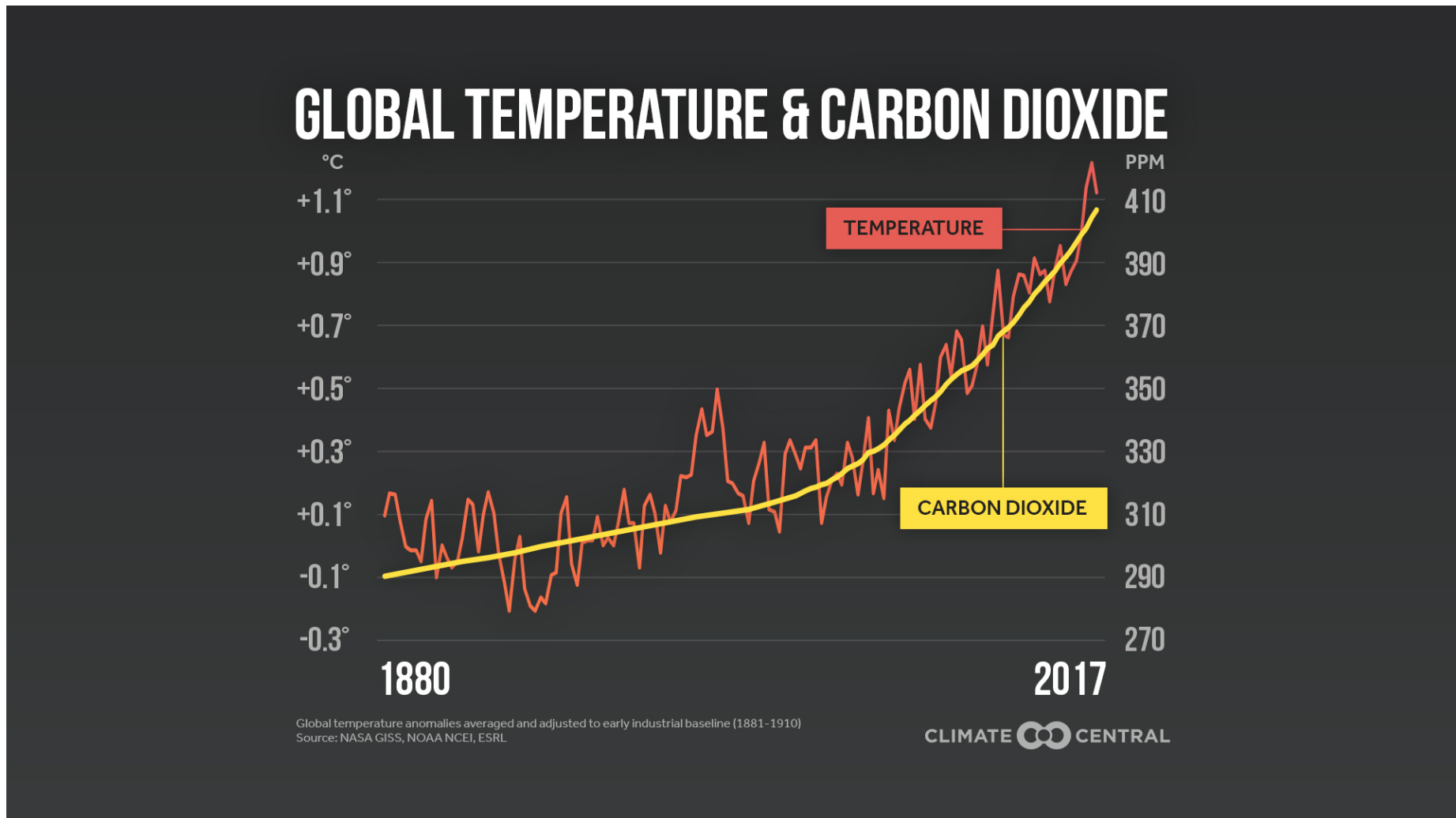
Dependen básicamente de la distancia al Sol y del Albedo.

La influencia del efecto de invernadero en la temperatura de equilibrio: Casos de Venus y la Tierra

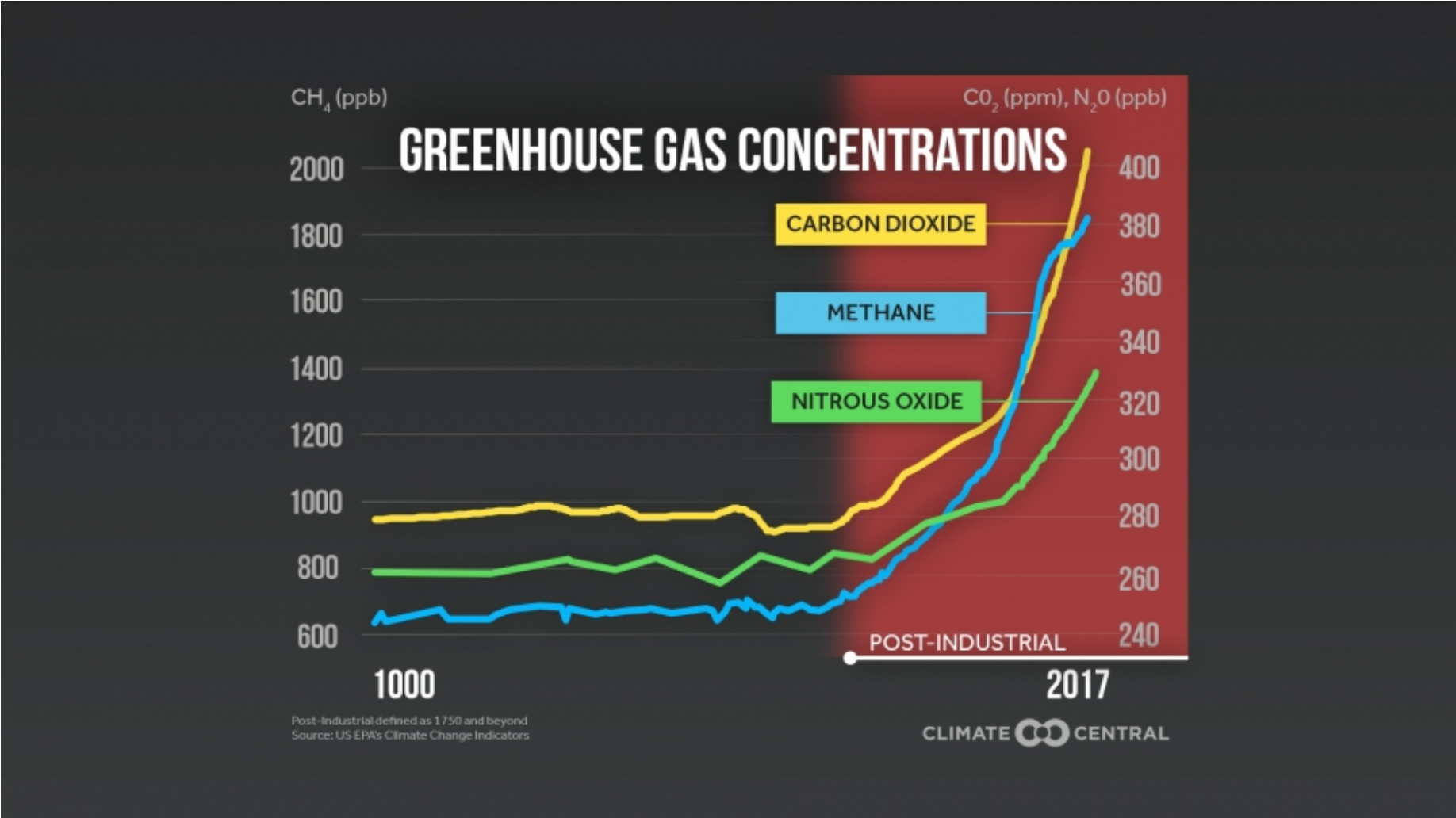
Balance térmico en las atmósferas de la Tierra y Venus



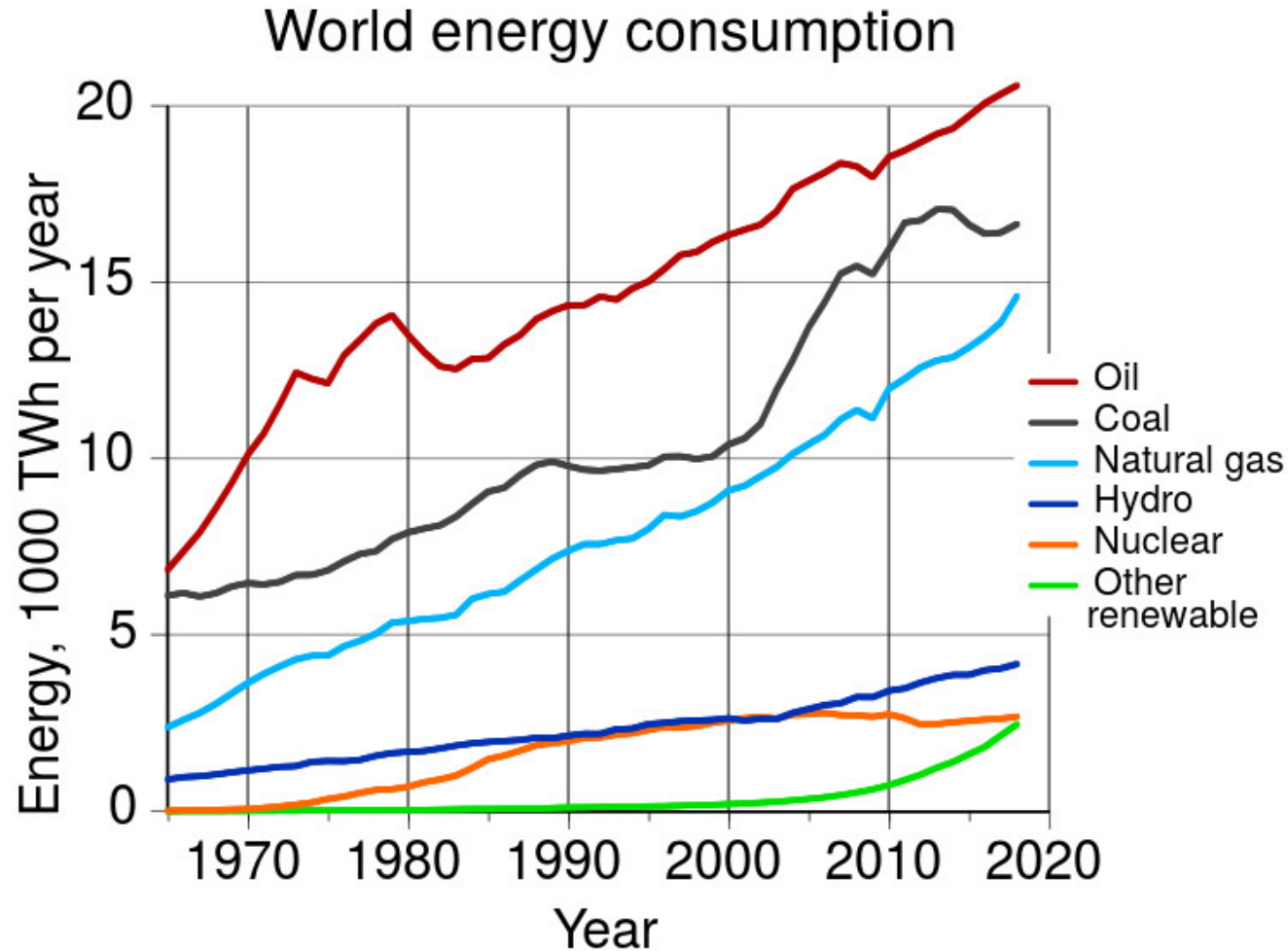
Incremento reciente de la temperatura media de la Tierra por aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera



Principales gases que contribuyen al efecto invernadero



¿Cuáles son las principales fuentes de energía?



Vemos que se ha dado un incremento de consumo de petróleo por un factor de 4 en los últimos 50 años, y que el petróleo, el carbón y el gas natural siguen siendo las fuentes de energía más importantes.

EJERCICIO 2

Suponga que el incremento de la tasa de consumo de petróleo, carbón y gas natural mantuvieran los niveles actuales de tal modo que dentro de 50 años llevara a multiplicarse por un factor de cuatro con respecto a los valores actuales. Asuma que ese mismo factor se aplica a la liberación de CO_2 en la atmósfera. Bajo estas consideraciones utilice la gráfica que relaciona concentración de CO_2 versus aumento de temperatura, extrapolada hacia el futuro, para deducir cuál sería el incremento de temperatura dentro de 50 años.