La distribución de Planck del cuerpo negro:

Cuerpo negro: modelo de un objeto que absorbe y emite radiación electromagnética en equilibrio térmico a una temperatura T.

Ley de Planck: la densidad de radiación expresada en términos de la frecuencia ν es

$$u(\nu) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{\exp\left\{\dfrac{h\nu}{k_B T}\right\} - 1} [=] \mathrm{erg\ s\ cm}^{-3}, \tag{58}$$

donde $u(\nu)d\nu$ representa la radiación emitida por unidad de volumen con una frecuencia comprendida entre ν y $\nu + d\nu$. En los límites $\nu \to 0$ y $\nu \to \infty$: $u(\nu) \to 0$. En cualquier otra situación, por cada punto (ν, T) pasa una y sóla una curva del cuerpo negro (en otro caso podríamos violar el segundo principio de termodinámica).

También podemos expresar la densidad de radiación empleando la longitud de onda:

$$u(\nu)d\nu,\ \nu \in [0,\infty) \quad \Longleftarrow \quad \nu = c/\lambda;\ d\nu = -c\,d\lambda/\lambda^2 \quad \Longrightarrow \quad v(\lambda)d\lambda,\ \lambda \in [0,\infty) \tag{59}$$

de donde

$$v(\lambda) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left\{\dfrac{hc}{\lambda k_B T}\right\} - 1} [=] \mathrm{erg\ cm}^{-4}. \tag{60}$$

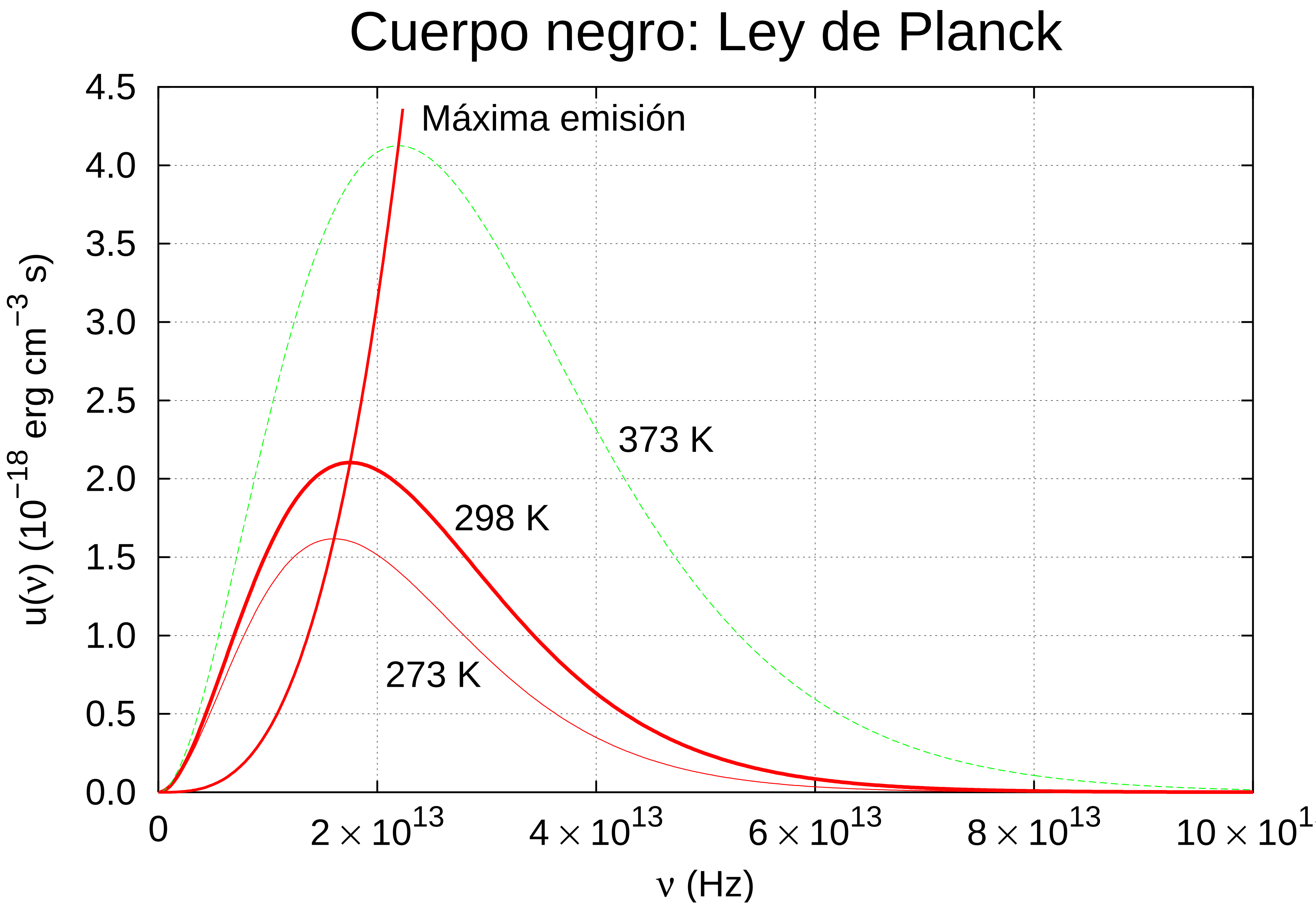
Ley de Stefan-Boltzmann: la energía total emitida por un cuerpo negro depende sólo de la temperatura absoluta y crece proporcionalmente a T^4:

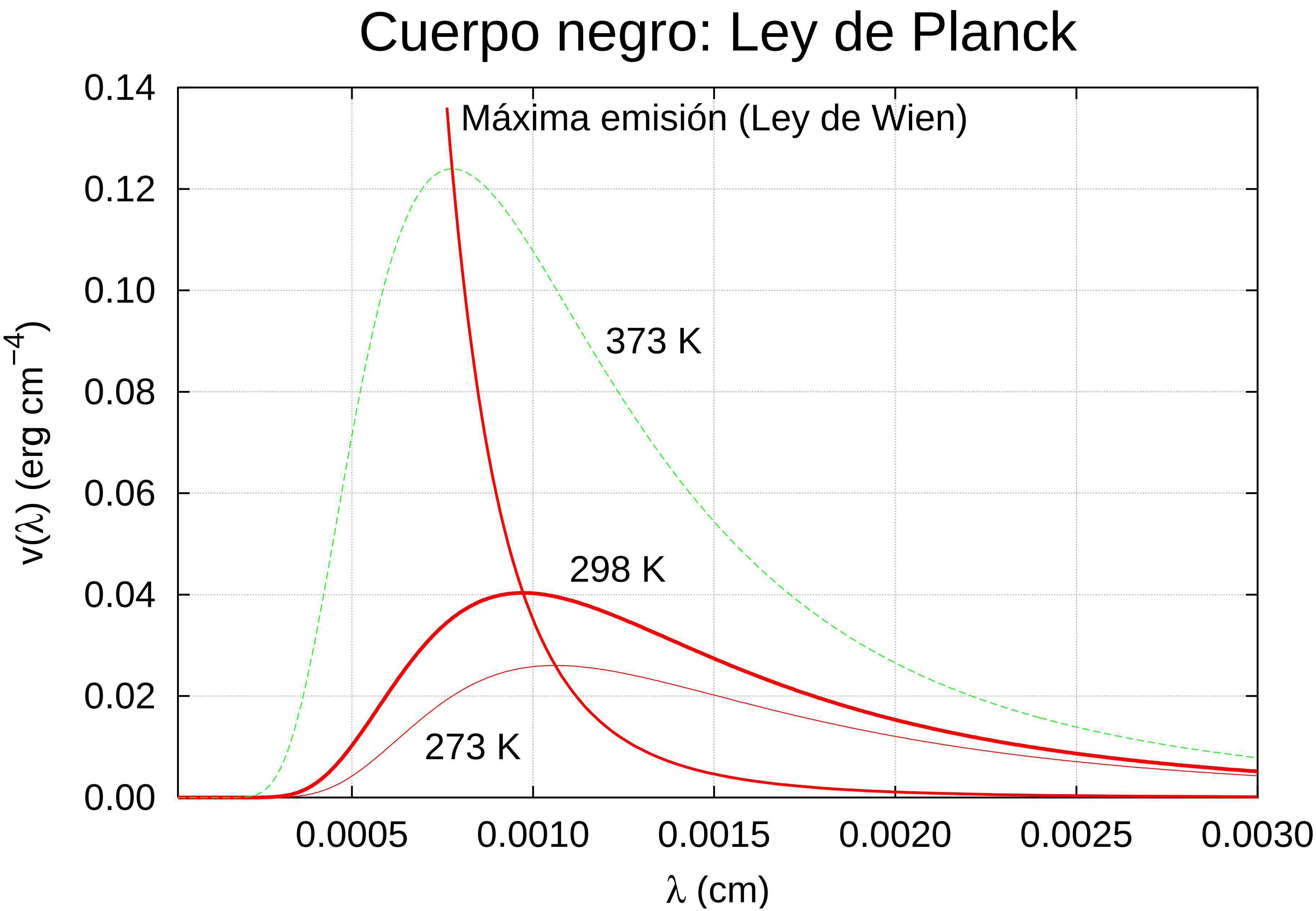
$$\mathcal{E} = \int_0^\infty u(\nu)d\nu = \frac{8\pi h}{c^3}\int_0^\infty \nu^3 \frac{1}{\exp\left\{\dfrac{h\nu}{k_B T}\right\} - 1} = \frac{8\pi^5 k_B^4}{15h^3c^3}T^4 = \sigma T^4, \tag{61}$$

donde $\sigma = 7.565767 \times 10^{-15}$ erg cm^{-3} K^{-4}.

Ley de Wien: la densidad $v(\lambda)$ presenta un máximo de irradiación a la longitud de onda λ_{max} dada por:

$$\begin{aligned} \frac{dv}{d\lambda} = 0 \quad &\Longrightarrow \quad \frac{hc}{\lambda k_B T} = y = 5(1 - e^{-y}) = 4.965114232 \\ &\Longrightarrow \quad \lambda_{\mathrm{max}} T = 0.289776857 \text{ cm K.} \end{aligned} \tag{62}$$


Cuerpo negro: Ley de Planck
Máxima emisión
373 K
298 K
273 K
u(ν) (10^{-18} erg cm^{-3} s)
ν (Hz)
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
0
2 × 10^{13}
4 × 10^{13}
6 × 10^{13}
8 × 10^{13}
10 × 10^{1}


Cuerpo negro: Ley de Planck
Máxima emisión (Ley de Wien)
373 K
298 K
273 K
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
v(λ) (erg cm−4)
0.0005
0.0010
0.0015
0.0020
0.0025
0.0030
λ (cm)