luminosidad y brillo

suponiendo que la estrella emite como un cuerpo negro

energía emitida por la estrella por unidad de tiempo, unidad de área, en la longitud de onda λ $= B(\lambda) = \dfrac{2hc^2}{\lambda^5} \dfrac{1}{\exp(hc/\lambda kT)-1}$

luminosidad de la estrella en λ

energía emitida por la estrella por unidad de tiempo en la longitud de onda λ a través de toda su superficie! $= B(4(\lambda\pi R_*^2 = L_\lambda$

superficie de la estrella (suponiéndola esférica) *suponiendo que la estrella emite como un cuerpo negro*

energía emitida por la estrella por unidad de tiempo, unidad de área en todo el espectro $= E = \sigma T^4$

luminosidad total de la estrella

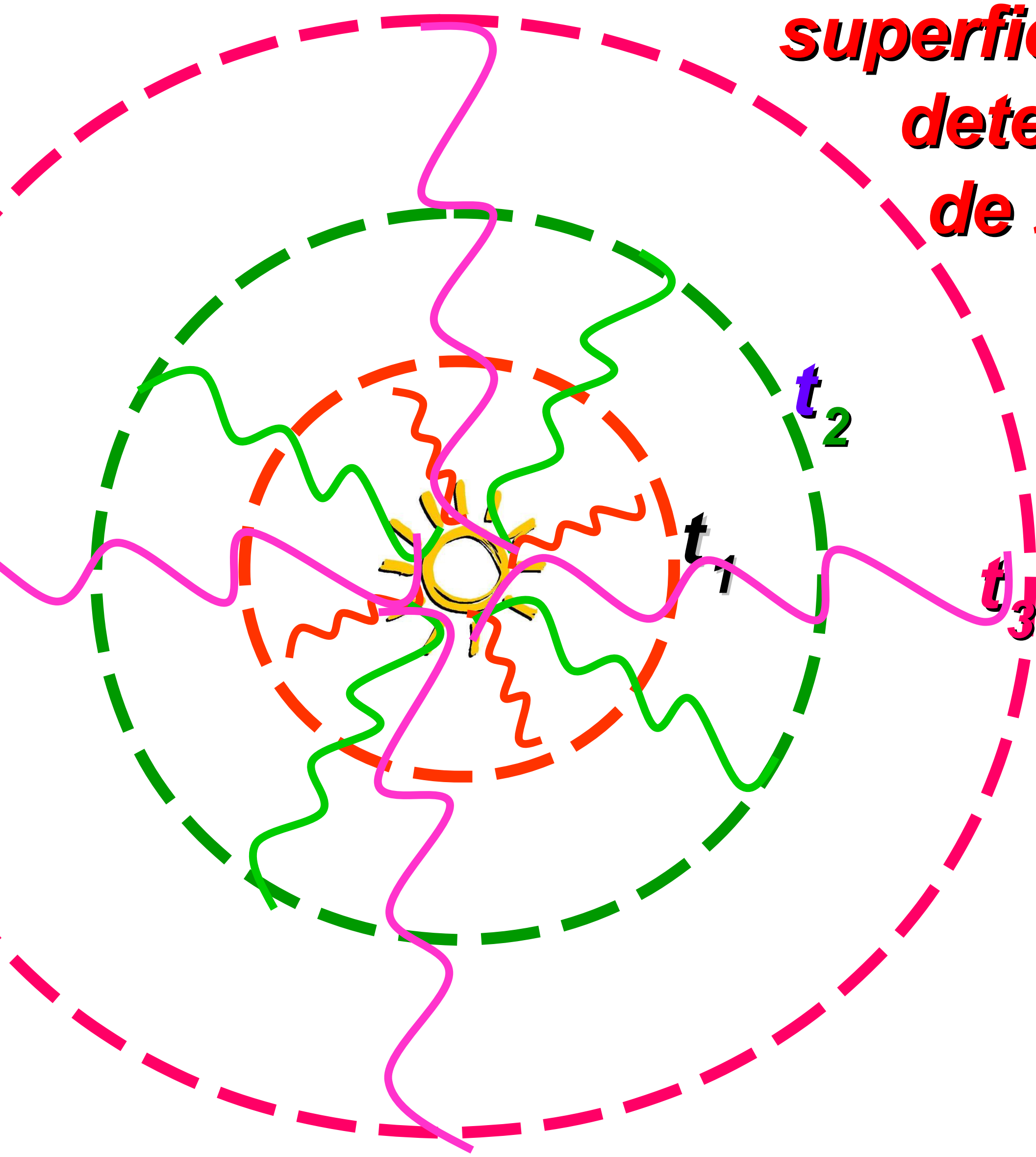
energía emitida por la estrella por unidad de tiempo en todo el espectro a través de toda su superficie! $= \sigma T^4\, 4\pi R_*^2 = L$

superficie de la estrella (suponiéndola esférica)

luminosidad de una estrella: energía emitida por unidad de tiempo a través de toda su superfice (en una determinada λ, en un rango de λ ,o en todo el espectro)

depende sólo de las características de la estrella!

brillo de una estrella: energía recogida por el observador por unidad de tiempo, por unidad de superficie del receptor (en una determinada λ, en un rango de λ, o en todo el espectro)



$$b_\lambda = \frac{L_\lambda}{4\pi d^2} = \frac{B(4(\ \lambda\pi R_*^2}{4\pi d^2}$$

$$b = \frac{L}{4\pi d^2} = \frac{\sigma T^4\ 4\pi R_*^2}{4\pi d^2}$$

el brillo depende de las características de la estrella y de la distancia a la que se encuentra!

magnitudes

Hiparco (200 ac) clasificó las estrellas visibles a simple vista en 6 grupos según su brillo

estellas de primera magnitud → **las más brillantes**

estellas de segunda magnitud

⋮

estellas de sexta magnitud → **las más débiles**

magnitud aparente = m = 1, 2, ……6

construcción de una escala uniforme de magnitudes

$$\frac{b_1}{b_6}=100 \Rightarrow \frac{b_1}{b_2}\frac{b_2}{b_3}\frac{b_3}{b_4}\frac{b_4}{b_5}\frac{b_5}{b_6}=100$$

$$x \quad x \quad x \quad x \quad x \quad = x^5$$

$$\Rightarrow x=2.512$$

$$\frac{b_m}{b_{m'}}=2.512^{\,m'-m} \Rightarrow \boxed{m-m' = -2.5 \log\left(\frac{b_m}{b_{m'}}\right)}$$

Ley de Pogson

$$m=m_\lambda \Rightarrow \begin{cases} m_V \rightarrow \text{visual} \\ m_B \rightarrow \text{azul} \\ m_b=m_{bol} \rightarrow \text{bolométrica} \end{cases}$$

si una de las estrellas es una estrella estándar o de referencia

agrupando términos en $m - m' = -2.5 \log\left(\frac{b_m}{b_{m'}}\right)$

$$\Downarrow$$

$$m = m' + 2.5 \log b_{m'} - 2.5 \log b_m$$

constante
correspondiente a la λ en la cual se observa

$$\Downarrow$$

magnitud aparente de una estrella dada en la longitud de onda λ

$$\boxed{m_\lambda = C_\lambda - 2.5 \log b_\lambda}$$

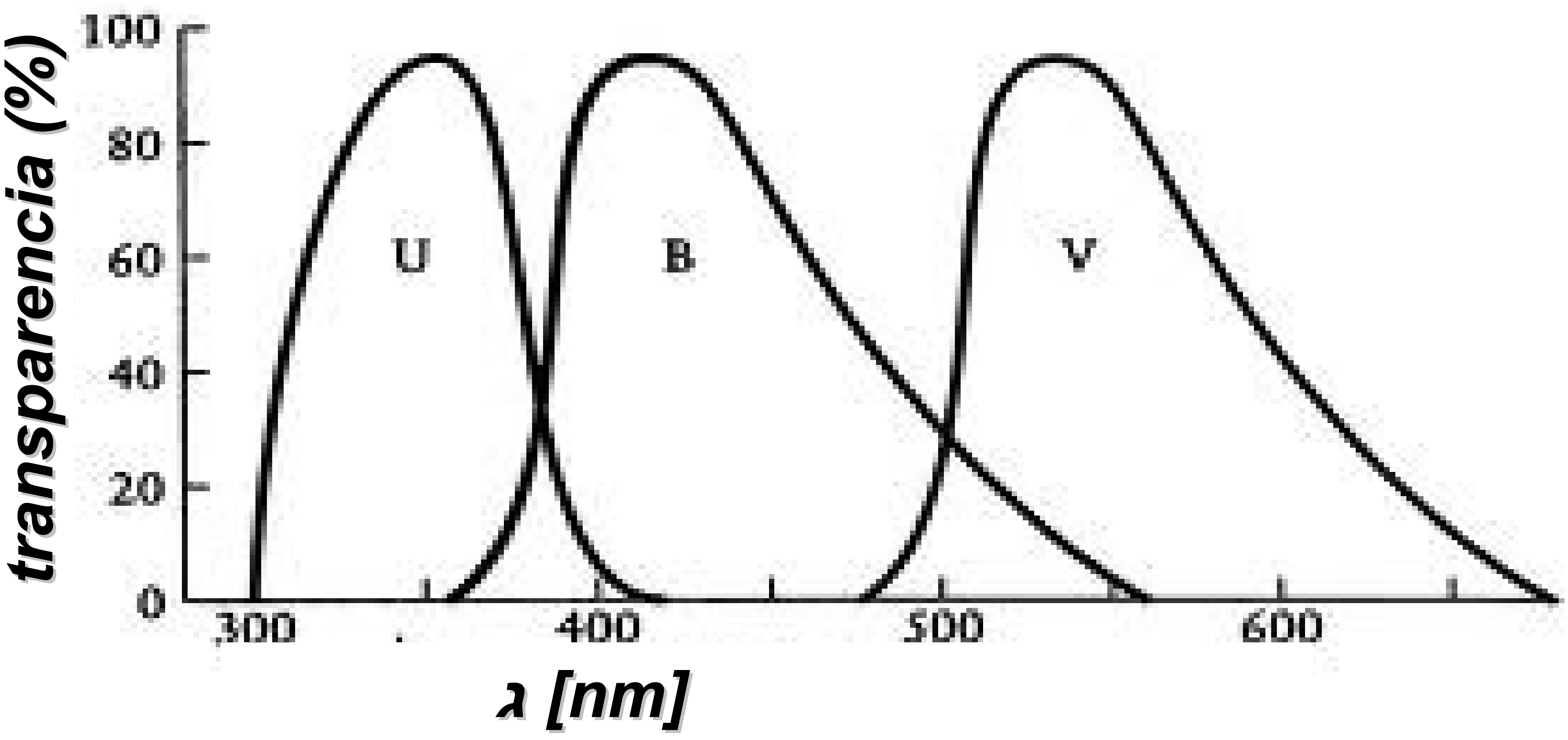
para medir las magnitudes de las estrellas en diferentes ≠ λ (≠ colores) se usan juegos estándar de filtros de colores.

el sistema más utilizado es el UBV (o de Johnson), con tres filtros transparentes en tres bandas:

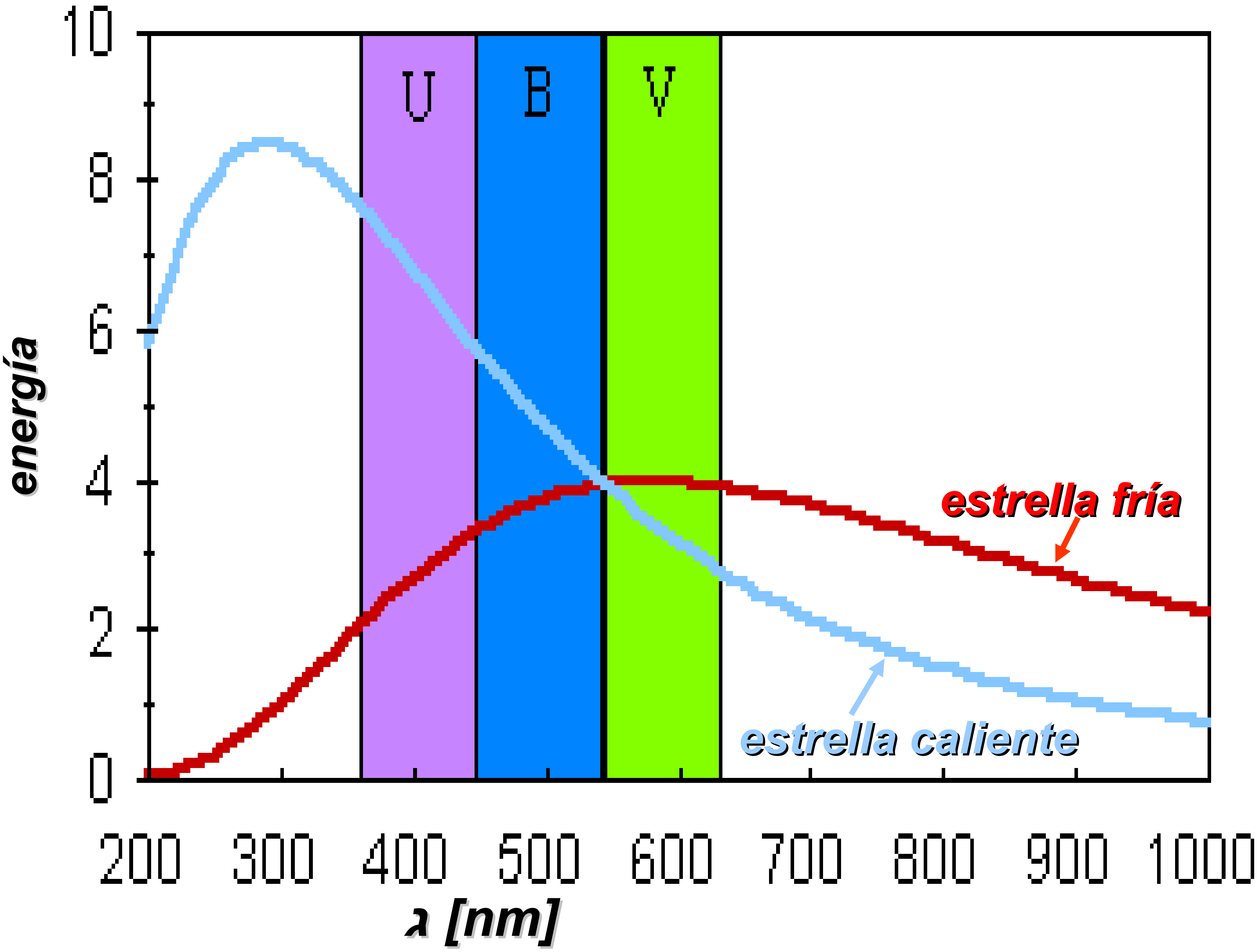
U (ultravioleta) centrado en 3650 Å

B (azul) centrado en 4400 Å

V (visual) centrado en 5500 Å



U (ultravioleta) centrado en 3650 Å
B (azul) centrado en 4400 Å
V (visual) centrado en 5500 Å



magnitudes aparentes visuales

Sol	*-26.8*
Luna Llena	*-12.5*
Venus en su máximo brillo	*-4.4*
Sirio	*-1.4*
Alfa Centauri	*-0.3*
límite visual	*6.0*
límite con el Telescopio Espacial Hubble	*28.0*

magnitud absoluta

definimos la magnitud absoluta de una estrella como la magnitud que tendría si estuviera ubicada a 10pc de distancia

Ley de Pogson $\longrightarrow$ $m_v - m'_v = -2.5 \log\left(\frac{b_{v,m'}}{b_{v,m}}\right)$

magnitud de una estrella ubicada a la distancia d

$\downarrow$

m_V: magnitud aparente

magnitud de una estrella similar ubicada a 10pc

$\downarrow$

M_V: magnitud absoluta

$$m_V - M_V = -2.5 \log\left(\frac{L_V}{4\pi d^2} \Big/ \frac{L_V}{4\pi(10pc)^2}\right)$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{m - M = 5 \log(d[pc]) - 5} \Rightarrow \boxed{M = m + 5 - 5 \log(d[pc])}$$

módulo de distancia

$d[pc]=1/p[´´]$ $\Rightarrow$ $\boxed{M = m + 5 + 5 \log(p[´´])}$

índice de color

diferencia de magnitudes, aparentes o absolutas, de una misma estrella en dos λ (colores) diferentes

los colores mas usados son los correspondientes a las bandas B y V del sistema de Johnson

$$m_B - m_V = \quad IC = \text{índice de color}$$

$$\begin{cases} m_B = C_B - 2.5 \log b_B \\ m_V = C_V - 2.5 \log b_V \end{cases}$$

$$m_B - m_V = C_B + C_V - 2.5 \log\left(\frac{b_B}{b_V}\right)$$

$$\frac{b_B}{b_V} = \frac{\dfrac{B(\lambda{=}B)\ \cancel{4\pi R_*^2}}{\cancel{4\pi d^2}}}{\dfrac{B(\lambda{=}V)\ \cancel{4\pi R_*^2}}{\cancel{4\pi d^2}}}$$

• *usando la aproximación de Wien a la ley de Planck*

• *usando* $\begin{cases} \lambda_B = 4300\ A° \\ \lambda_V = 5400\ A° \end{cases}$

• *reemplazando los valores de las constantes*

$$m_B - m_V = \boxed{B\text{-}V = 7200 / T - 0.64}$$

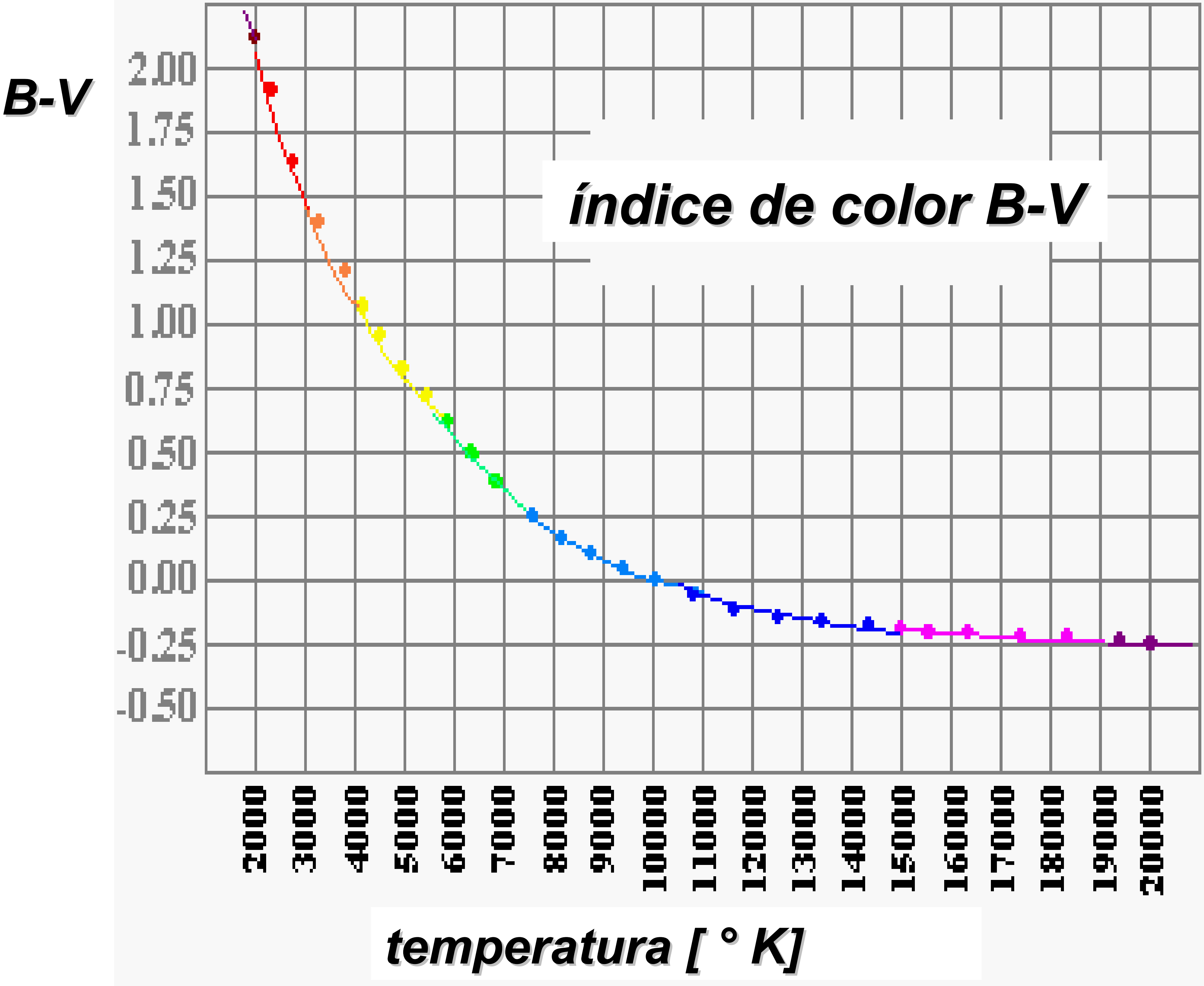
válida para estrellas no demasiados calientes

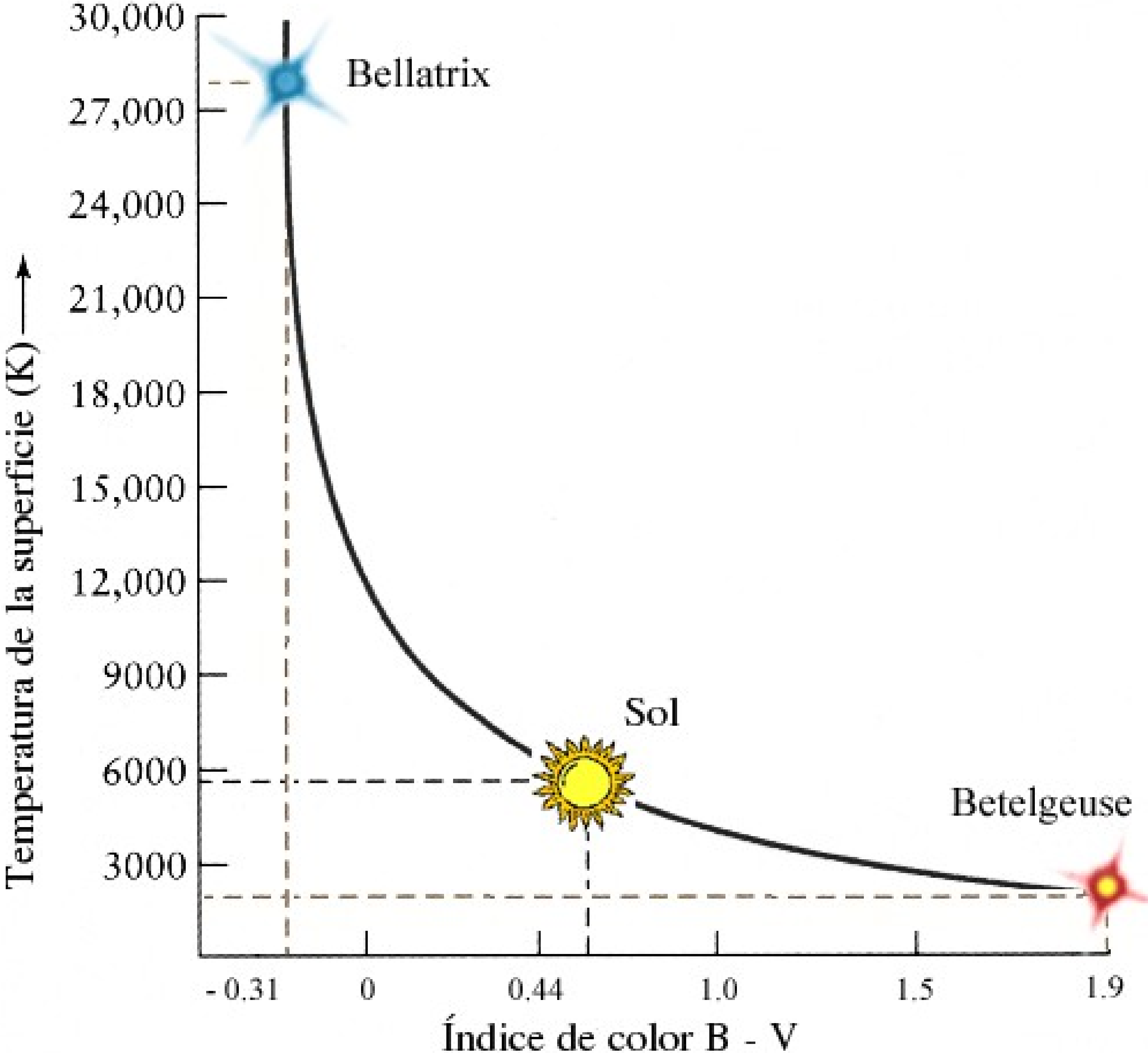
temperatura de color =Tc

Tc = temperatura correspondiente a la curva de Planck que mejor ajusta la distribución de energía de la estrella

$E=\sigma T^4$ → *temperatura efectiva = Teff*

Teff = temperatura del cuerpo negro que emite igual cantidad de energía que la estrella


B-V
índice de color B-V
2.00
1.75
1.50
1.25
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
-0.25
-0.50
20000
30000
40000
50000
60000
70000
80000
90000
100000
110000
120000
130000
140000
150000
160000
170000
180000
190000
200000
temperatura [° K]


Temperatura de la superficie (K)
30,000
27,000
24,000
21,000
18,000
15,000
12,000
9000
6000
3000
Bellatrix
Sol
Betelgeuse
- 0.31
0
0.44
1.0
1.5
1.9
Índice de color B - V

magnitud bolométrica: magnitud estelar considerando la radiación en todo el espectro

corrección bolométrica= CB = $m_b - m_v$

siempre negativa!

la escala de magnitudes bolométricas se define de tal manera que CB=0 para el sol