



Universidad Nacional de Río Negro

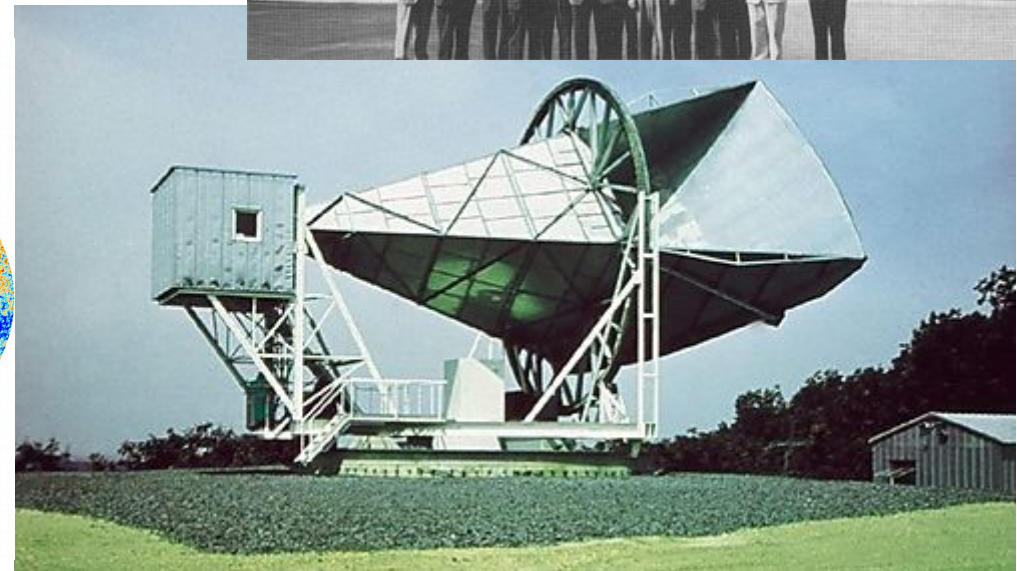
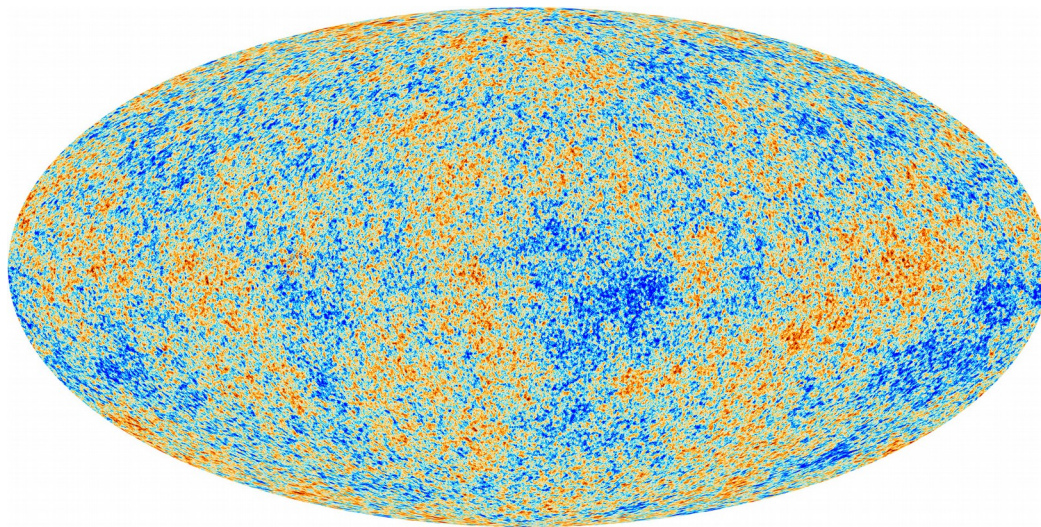
Física 1 A - 2016

- **Unidad** 02 – Universo
- **Clase** 0207
- **Fecha** 21 Abr 2016
- **Cont** Estrellas (I)
- **Cátedra** Asorey – Cutsaimanis
- **Web** <http://fisicareconocida.wordpress.com>
- **Archivo** a-2016-U02-C07-0421-estrellas-1

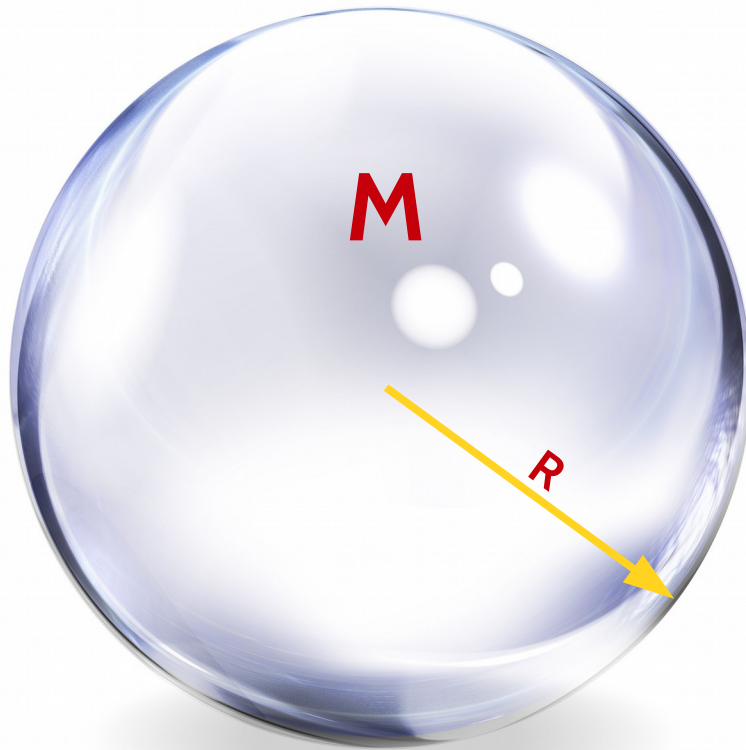


The Big Bang Theory

- Alpher & (Bethe) & Gamow → Paper alfabético
- Penzias & Wilson (1965)
- $\lambda = 7.35 \text{ cm}$
- ¿Energía? ¿Temperatura?



Densidad crítica



$$\frac{\rho_c}{m_p} = 6 \text{ protones} / m^3$$

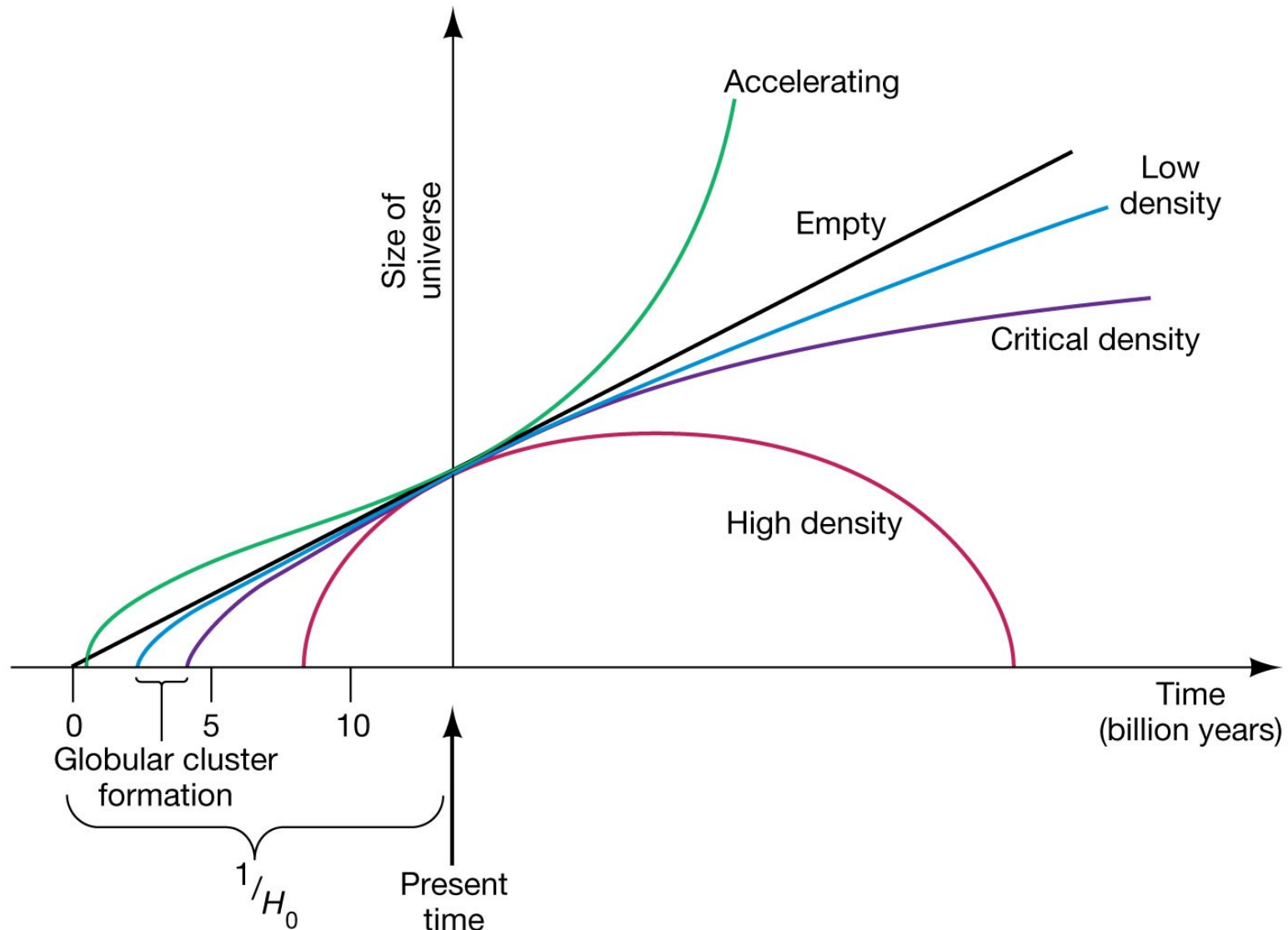
- Densidad crítica:
Densidad para la cual la gravedad detendrá la expansión del Universo
- ¿Cómo podemos calcularla?

$$\rho_c = \frac{3 H_0^2}{8 \pi G}$$

$$\Omega_i \equiv \frac{\rho_i}{\rho_c}$$



El destino del Universo, según la masa...



© 2011 Pearson Education, Inc.



Entonces, midiendo y calculando:

$$\Omega \equiv \frac{\rho}{\rho_c} = 1.0023 \pm 0.0055$$

El contenido total de energía del Universo es igual (dentro de las incertezas de la medición) a la densidad crítica.

La edad del Universo es, entonces, 13.800 millones de años

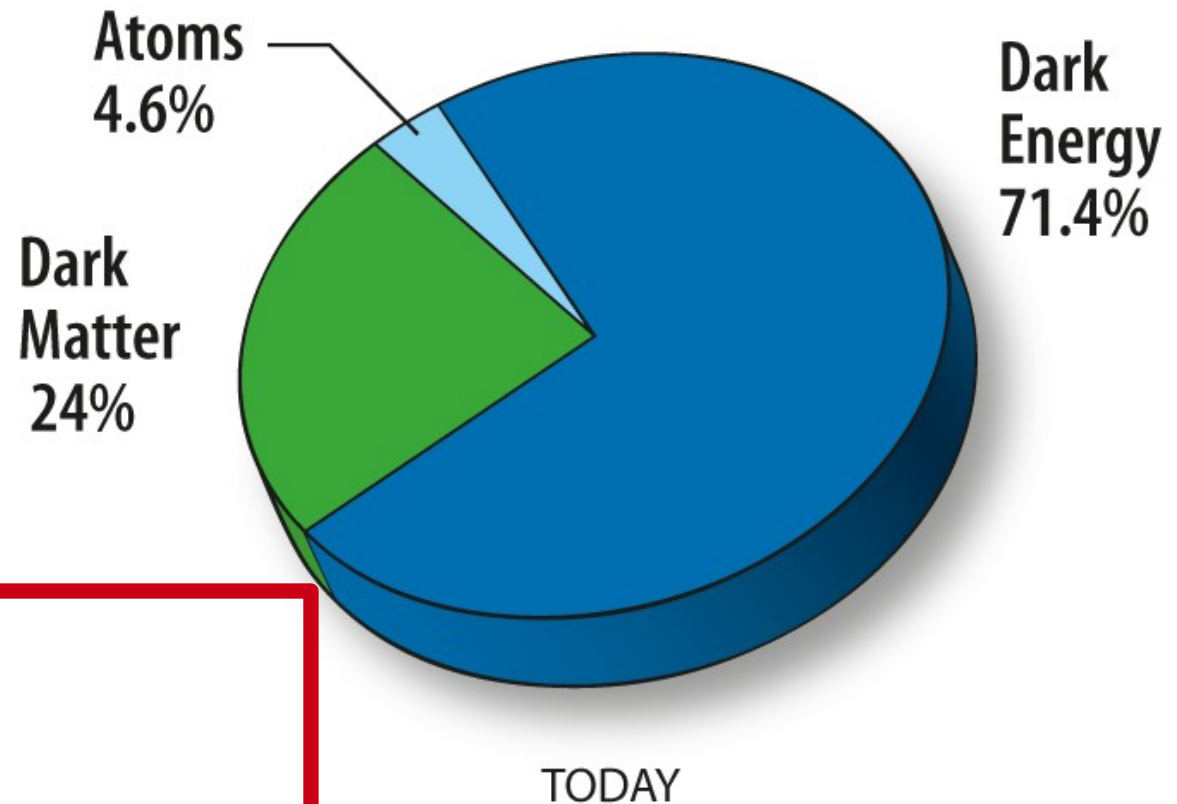
Peeeeerooooo.....

- Sabemos que $\Omega \approx 1$
- ¿Cómo se compone?
 - $\Omega_k = 0.001\%$
 - $\Omega_\gamma = 0.2\%$
 - $\Omega_m = 4,86\%$

- $\Omega_M = 25,89\%$

- $\Omega_E = 69,11\%$

¿De qué me disfrazo?





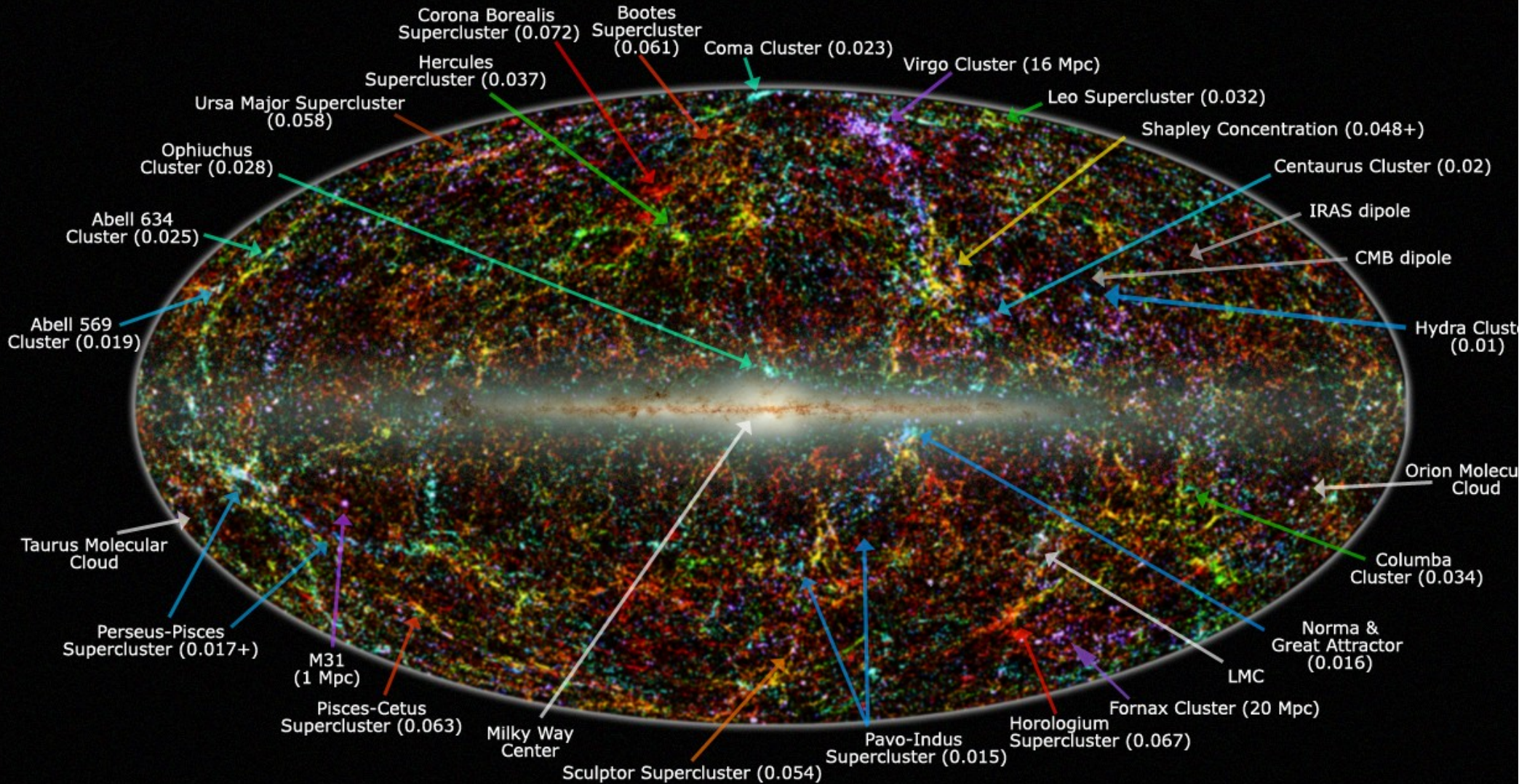
Entonces

¿Cuál es la fuerza que al final, le gana a todas las demás fuerzas de la Naturaleza?

Gravedad

A las escalas más grandes...

Large Scale Structure in the Local Universe



Legend: image shows 2MASS galaxies color coded by redshift (Jarrett 2004); familiar galaxy clusters/superclusters are labeled (numbers in parenthesis represent redshift).
Graphic created by T. Jarrett (IPAC/Caltech)

Y las más “pequeñas”: Estrellas

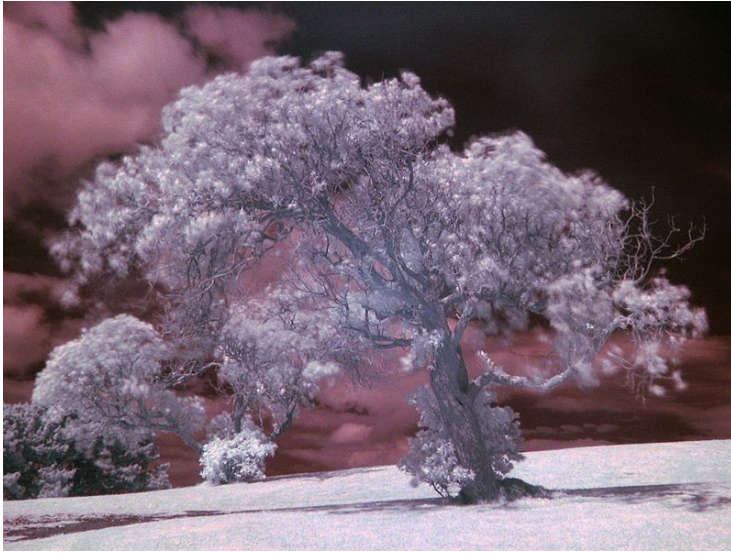


¿Qué es un cuerpo negro?



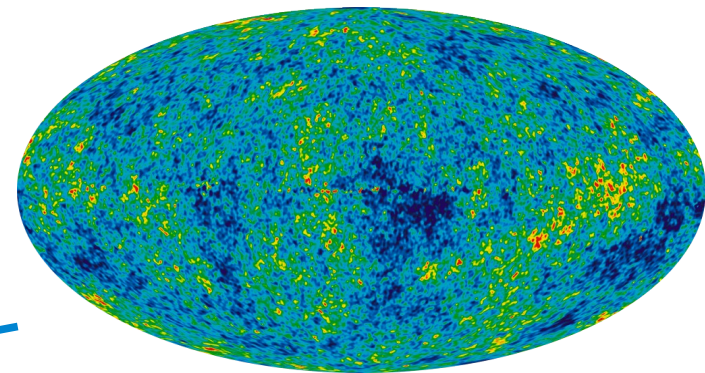
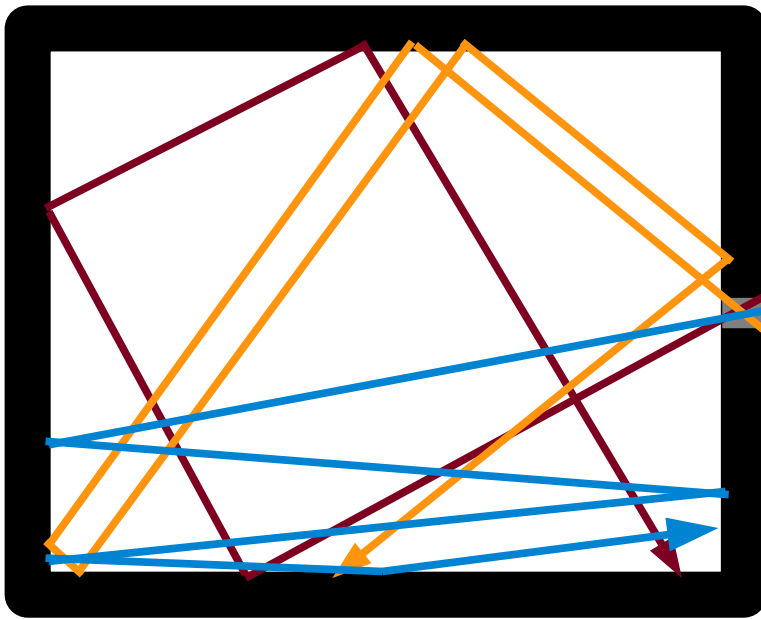
Mismo objeto: Infrarrojo y visible

<http://crispme.com/50-amazing-examples-of-infrared-photography/>



Un cuerpo negro es...

- Un **cuerpo negro** es un **sistema físico ideal** que **absorbe toda la radiación incidente** sin importar su longitud de onda: es un **absorbente perfecto de radiación electromagnética**



Cuerpos negros
casi ideales



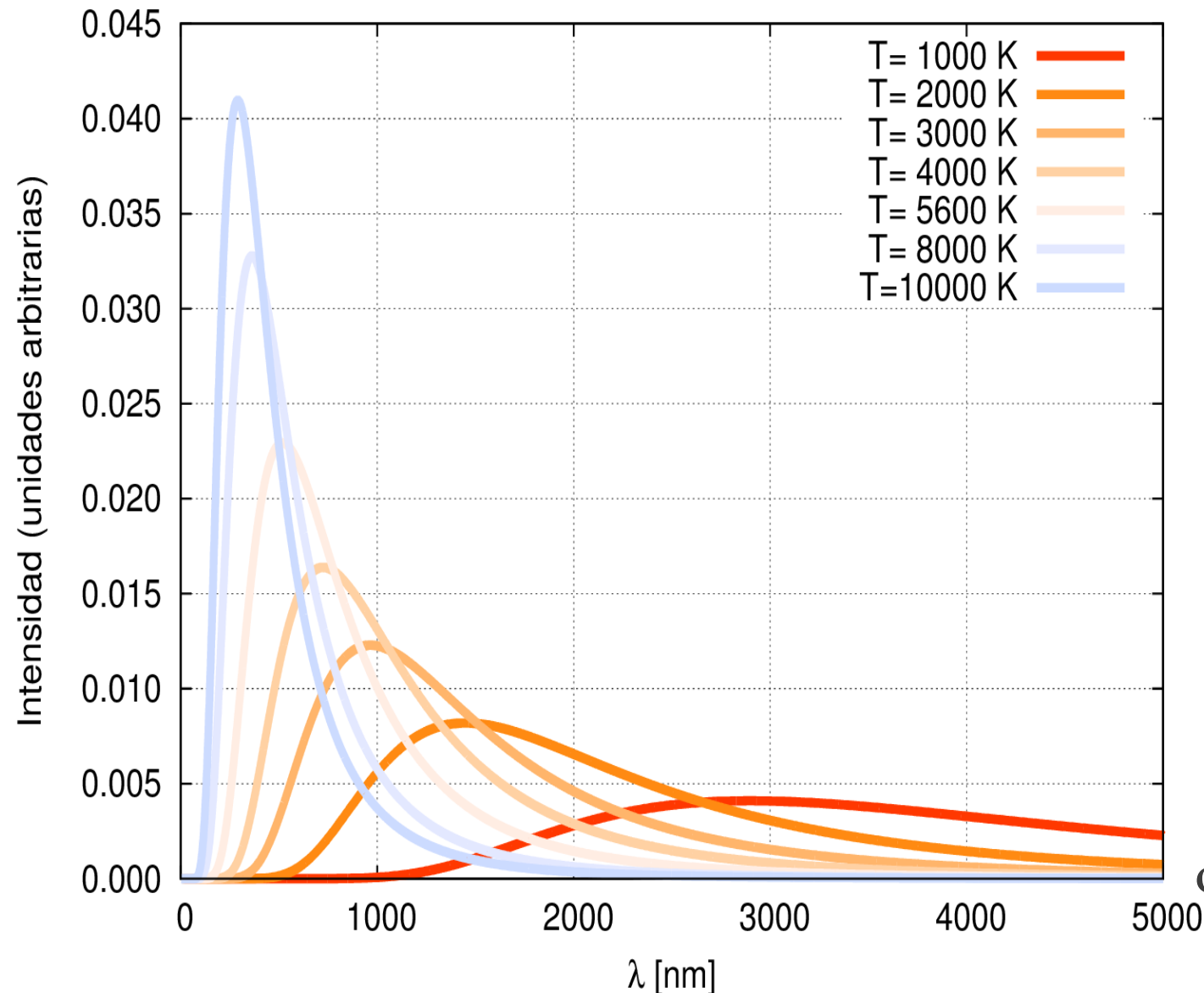
Algunas propiedades...

- Emisión característica de radiación EM
- **Aumenta rápidamente con la temperatura T**
- **Es proporcional al área A**
- ¿Qué pasa al calentar un cuerpo?





¿Qué ruido hace un fotón al caer?



- Ley de Wien
 - Posición de λ_{\max}

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

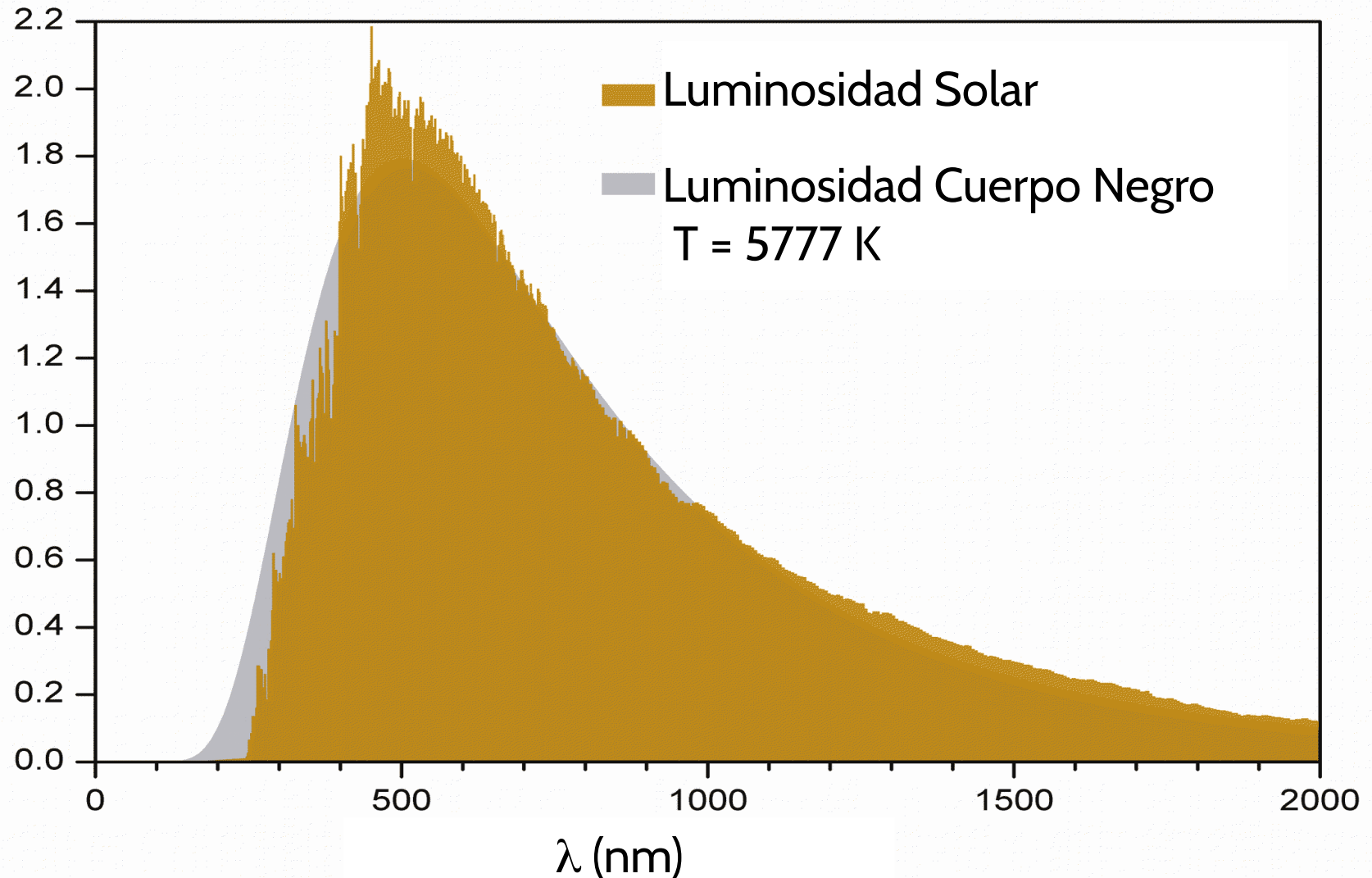
$$b = 2.9 \text{ mm K}$$

- Ley de Stefan-Boltzmann

$$L \equiv \frac{\Delta E}{\Delta t} = \sigma A T^4$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

El Sol como un cuerpo negro





¿Qué es una estrella?

- Las estrellas son:

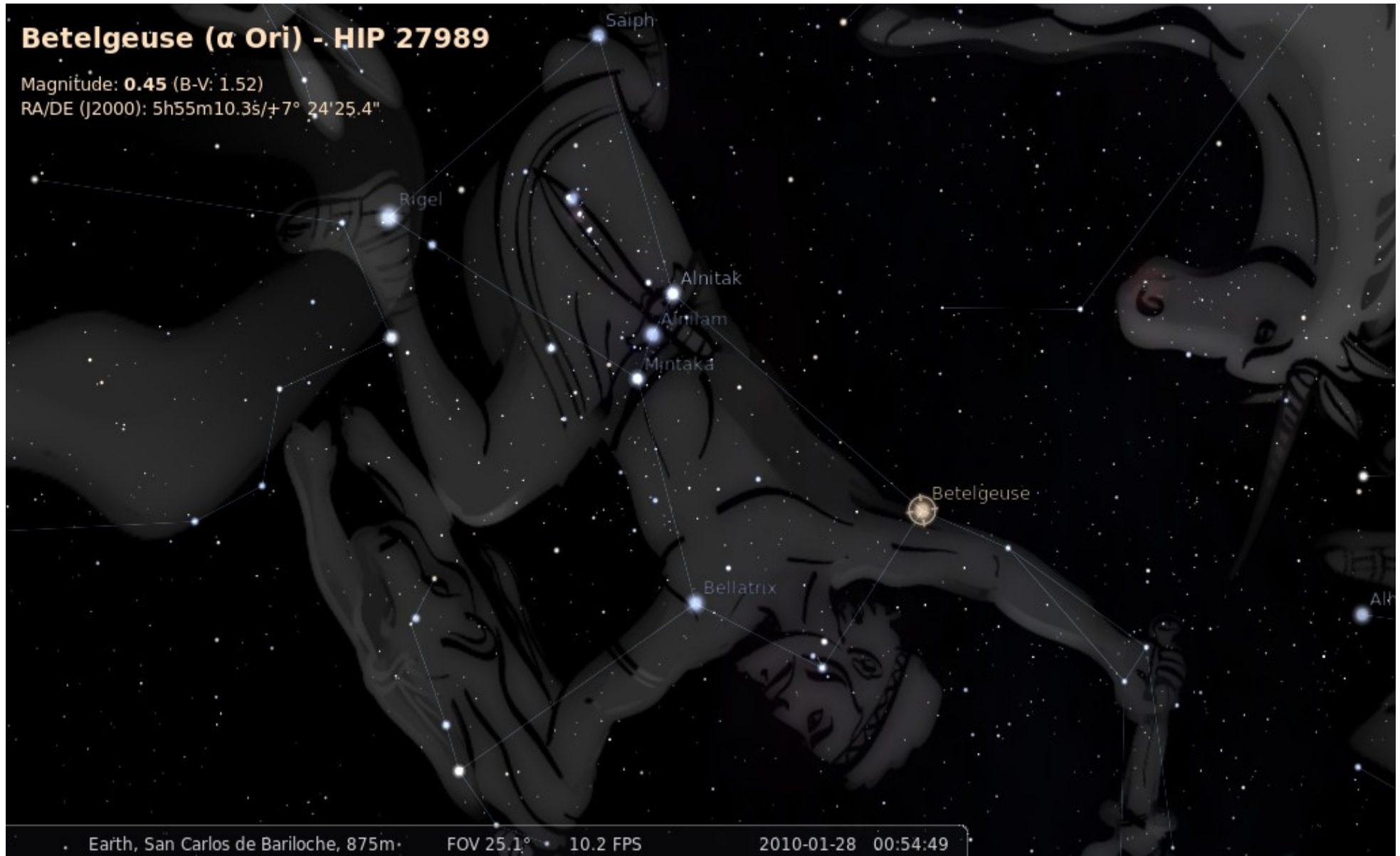
-
-
-
-
-

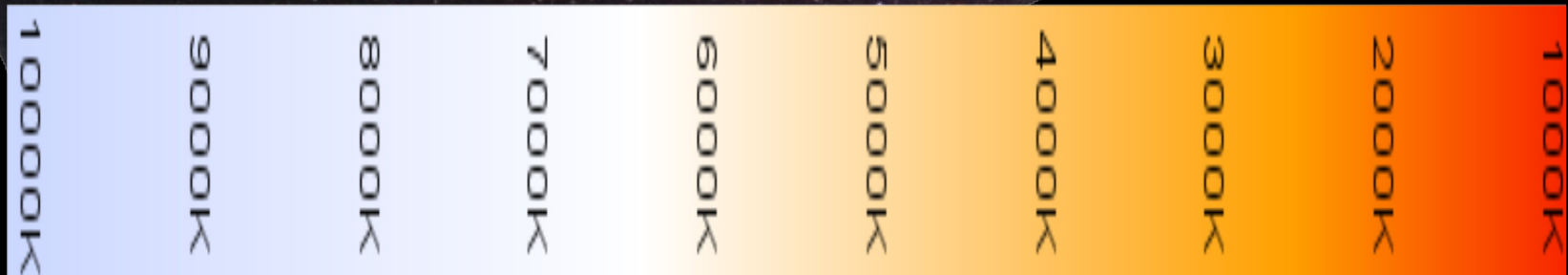
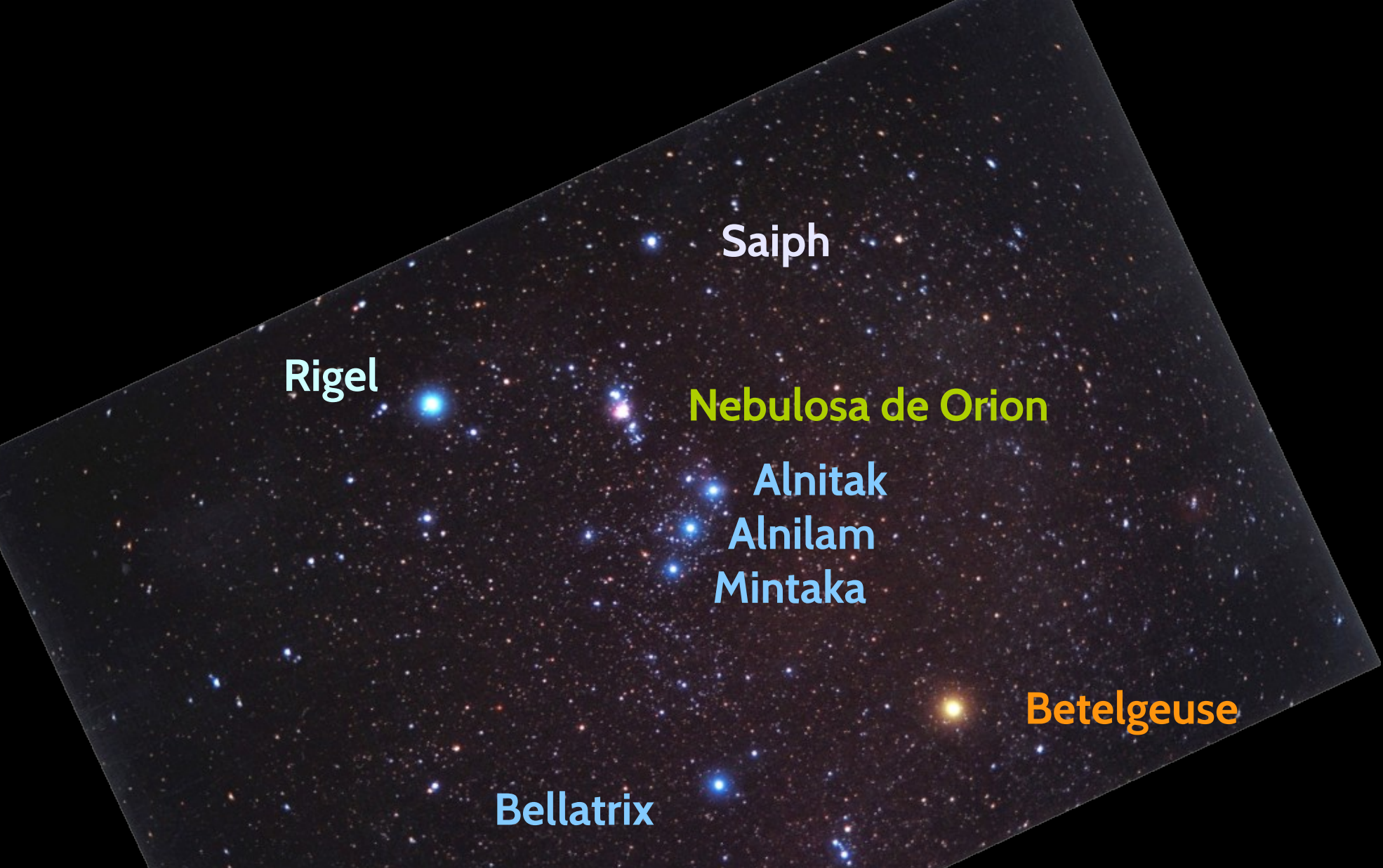
- Están vivas

- Nacen
- Crecen
- Se reproducen
- Mueren

Una estrella es una esfera luminosa de gas ionizado que se mantiene unida por su propia gravedad.

Miremos al cielo





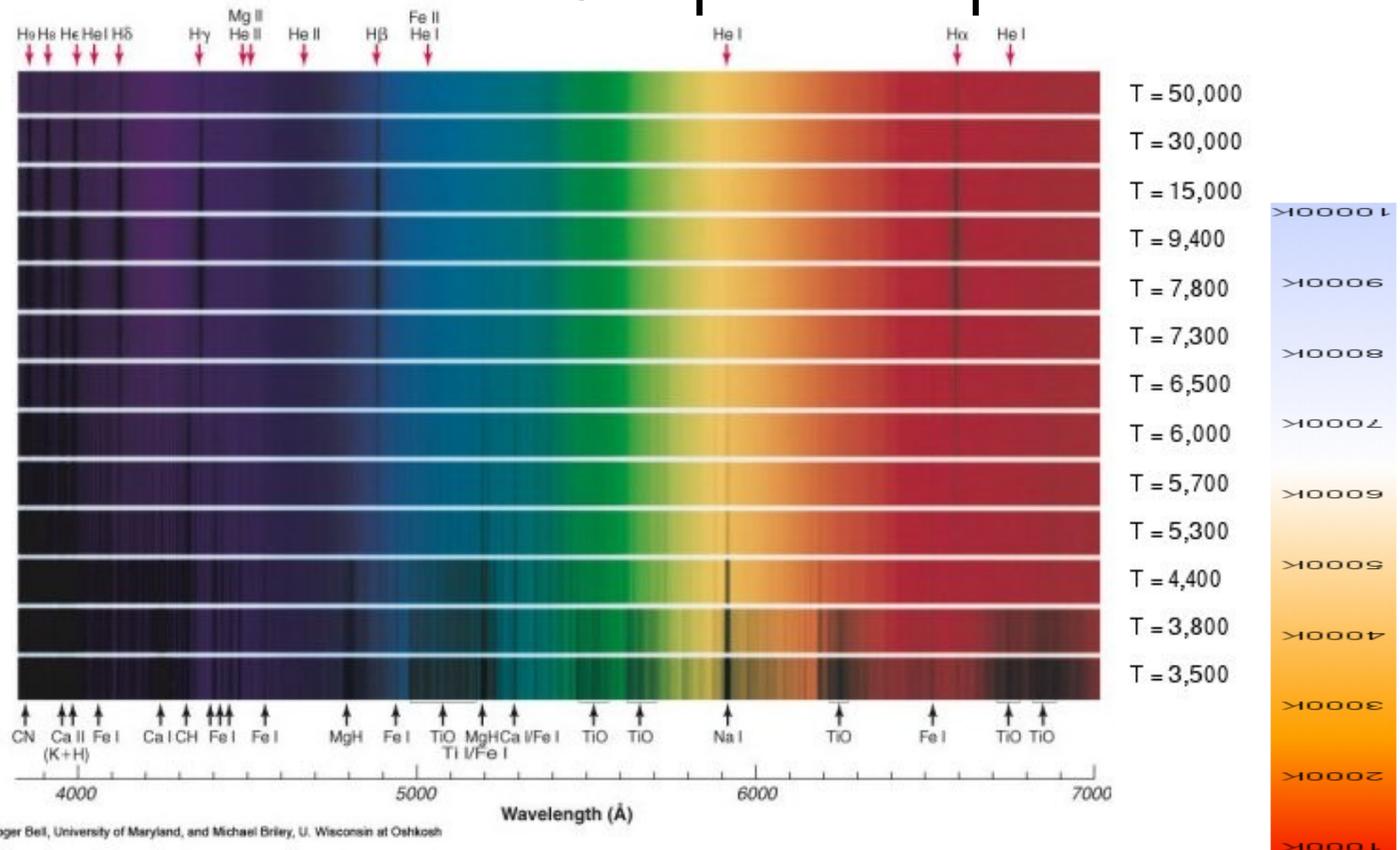
¿Por qué son tan distintas?

- Estado de evolución (edad)
- Temperatura
- Constitución inicial
- Masa
- Distancia



Espectros estelares

- Emisión continua → Cuerpo Negro → Color → Temp.
- Espectro de Absorción → Composición química





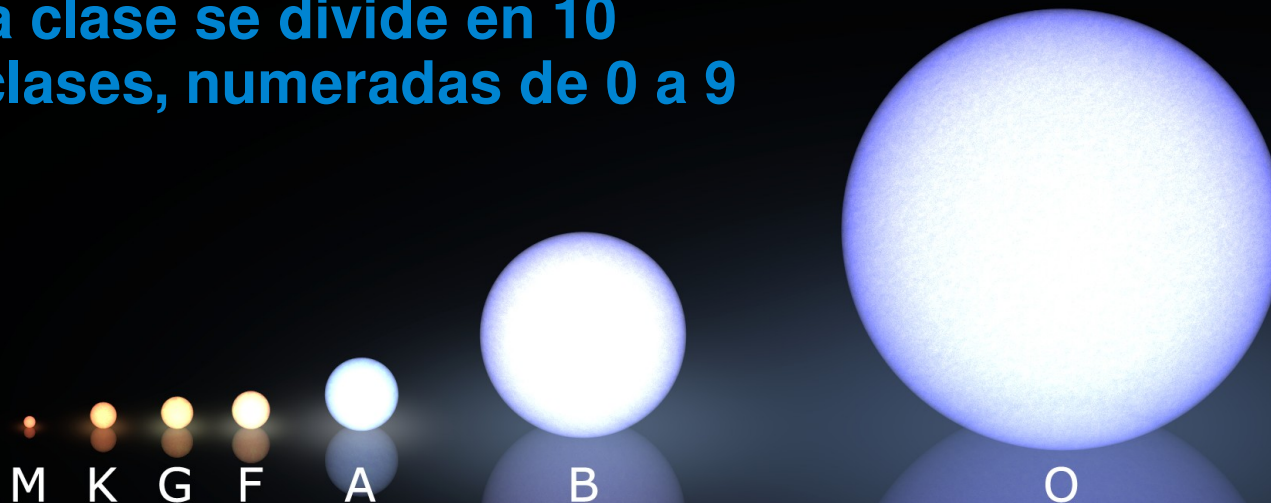
¡Podemos clasificarlas!

- A B C... por temperatura superficial

O B A F G K M R N S

- Oh Be A Fine Girl and Kiss Me Right Now Sweet
- Oh Besame Amor, Fasinadora Gitana, Kilómetros Median Rompiendo Nuestros Sueños

Cada clase se divide en 10 subclases, numeradas de 0 a 9





$$L_{\text{Sol}} = 3.84 \times 10^{26} \text{ W} \quad M_{\text{Sol}} = 1.988 \times 10^{30} \text{ kg}$$

El Sol como referencia

Todo expresado en unidades solares (Radio, Masa, Luminosidad)

O	Azul; $T > 33000 \text{ K}$	$M > 16$; $R > 7$; $L > 30000$	Mintaka (d-Ori)
B	Blanco Azulado; $10000 < T < 30000 \text{ K}$	$2 < M < 16$; $2 < R < 7$; $25 < L < 30000$	Rigel (b-Ori)
A	Blanco; $7500 < T < 10000 \text{ K}$	$1.4 < M < 2$; $1.4 < R < 2$; $5 < L < 25$	Sirio (a-CMa)
F	Blanco Amarillento $6000 < T < 7500 \text{ K}$	$1.04 < M < 2$; $1.1 < R < 1.4$; $1.5 < L < 5$	Canopus (a-Car)
G	Amarillo $5200 < T < 6000 \text{ K}$	$0.8 < M < 1.04$; $0.9 < R < 1.1$; $0.6 < L < 1.5$	Sol (el nuestro)
K	Naranja $3700 < T < 5200 \text{ K}$	$0.5 < M < 0.8$; $0.7 < R < 0.9$; $0.08 < L < 0.6$	Arturo (a-Boo)
M	Rojas $T < 3700 \text{ K}$	$M < 0.5$; $R < 0.7$; $L < 0.08$	Gliese 581 (Lib)

