



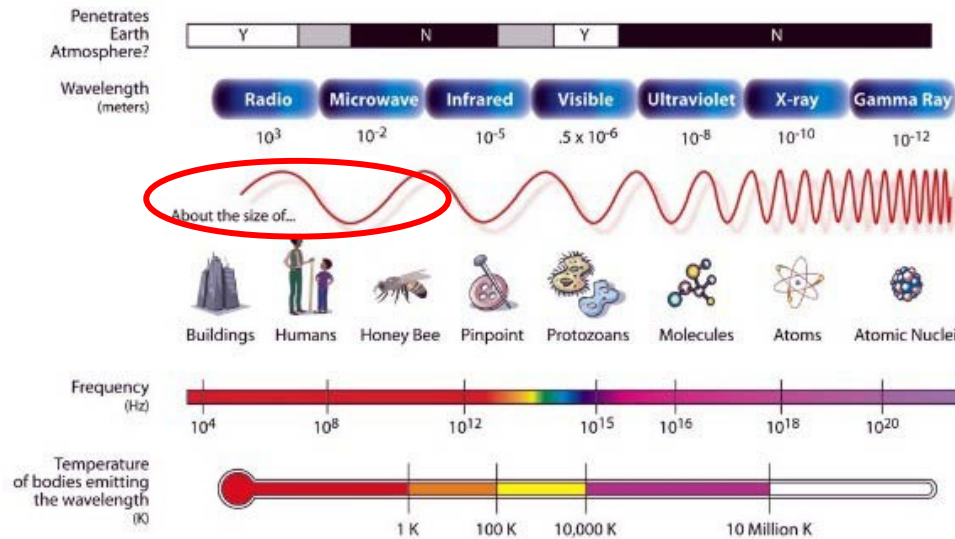
De 10 a 10,000,000 K: La formación estelar


TERCER MINI-CONGRESO DEL IFT
UCR, San José, Costa Rica
19 de diciembre del 2013

Carmen Juárez Rodríguez
Departament d'Astronomia i Meteorologia UB
Institut de Ciències de l'Espai (ICE) (CSIC/IEEC)

Introducción

- El tenue gas interestelar se contrae bajo el efecto de la gravedad.
- Es difícil de observar porque los granos de polvo bloquean la luz visible.



A vibrant, multi-colored nebula with tall, dark pillars of gas and dust against a starry background. The pillars are illuminated from within, showing a mix of yellow, orange, and red hues, with some blue and green light at the top. The background is a deep blue-green with numerous small, bright stars of various colors.

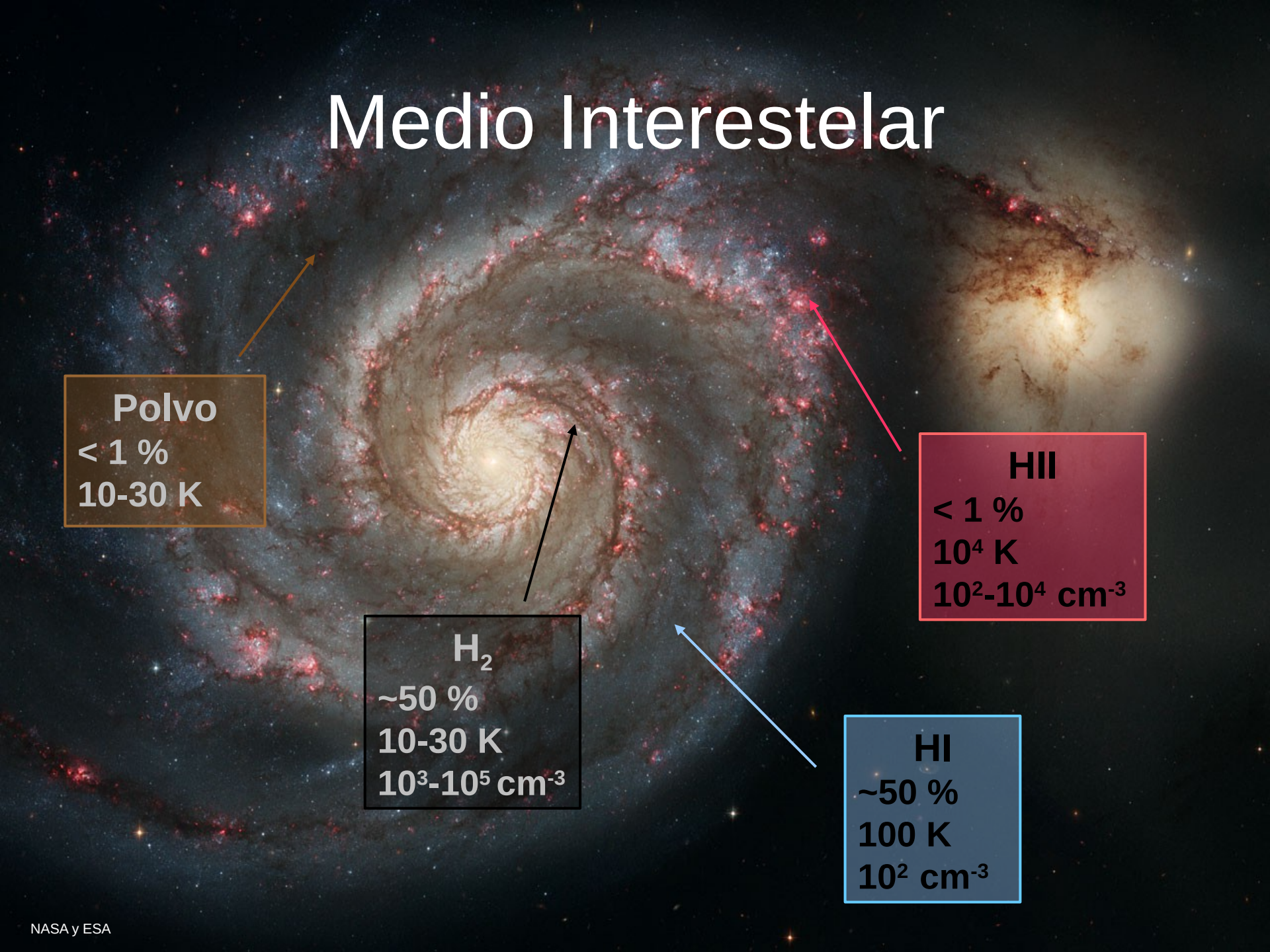
¿Dónde se forman las estrellas?

La Vía Láctea



Hay 100,000 millones de estrellas

Medio Interestelar



Polvo
< 1 %
10-30 K

HII
< 1 %
 10^4 K
 10^2 - 10^4 cm⁻³

H₂
~50 %
10-30 K
 10^3 - 10^5 cm⁻³

HI
~50 %
100 K
 10^2 cm⁻³

Nubes moleculares

10^3 - $10^4 M_{\odot}$

2-5 pc

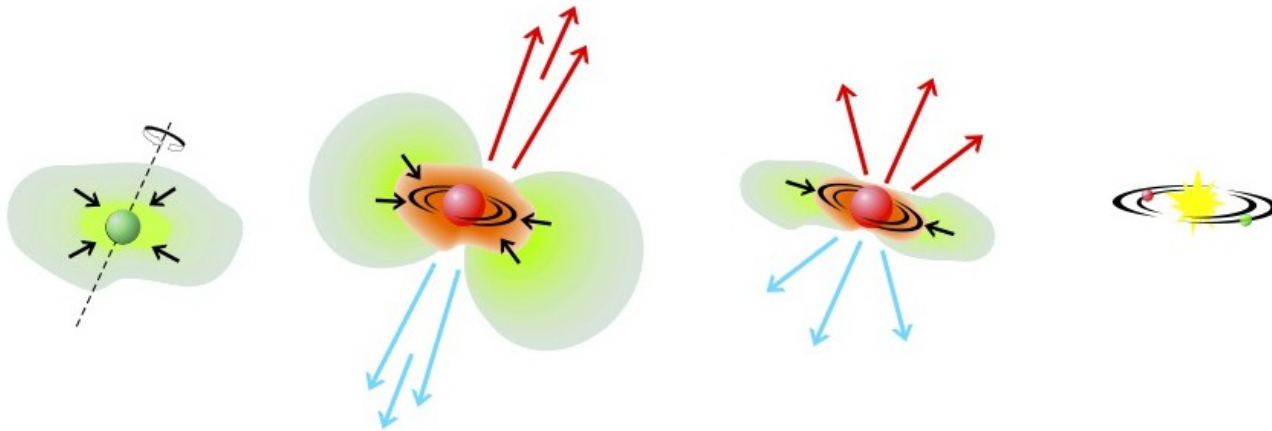
10^2 - 10^4 cm^{-3}

$\sim 10 \text{ K}$

$\text{H}_2 + \text{CO} + \text{NH}_3 + \dots$

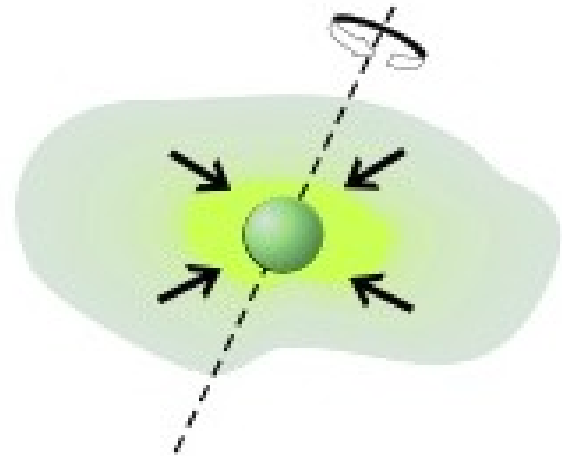
Modelo

(baja masa 0.08 - 3 M_{\odot})



Colapso gravitatorio

- Inestabilidad de Jeans $M_J \propto T_k^{3/2} n^{-1/2}$
- Núcleos más densos dentro de las nubes moleculares → colapso gravitatorio
- $T \cong 10 \text{ K}$
- $t \cong 0 \text{ años}$

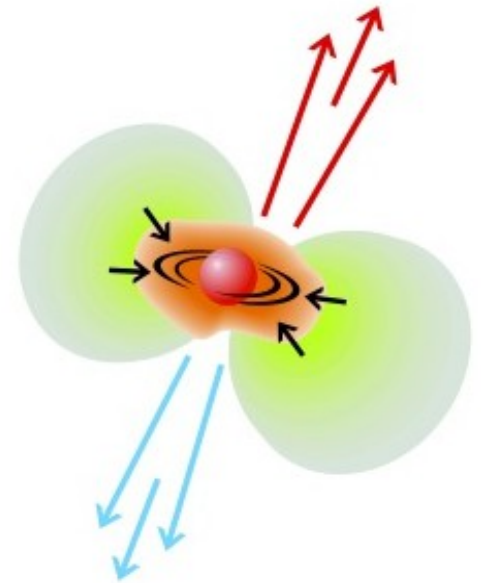


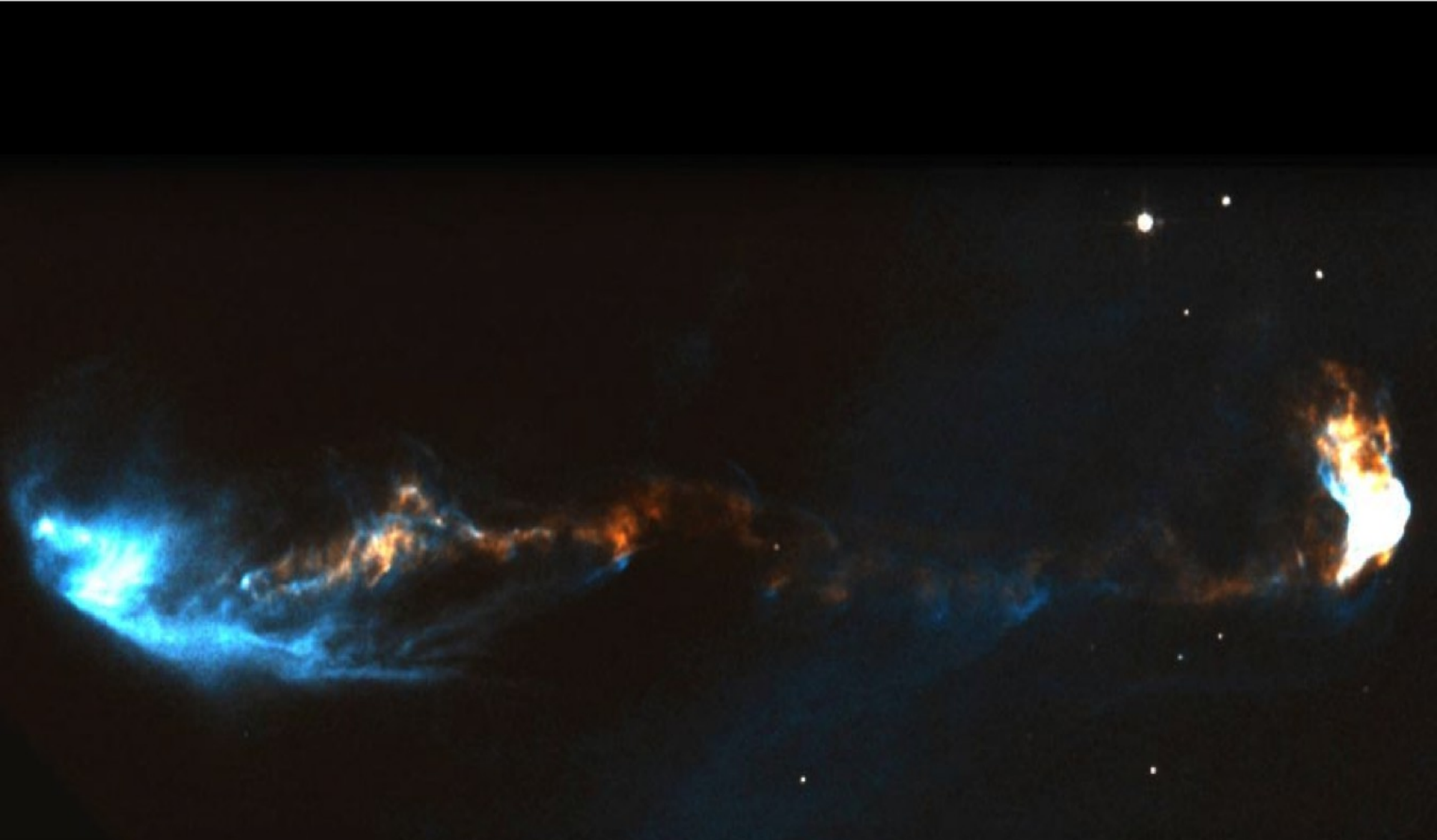
Acreción con eyección

- Disco de acreción debido a la rotación.
- Parte del material que cae es acelerado y expulsado a gran velocidad perpendicularmente al disco.



Jets y flujos moleculares

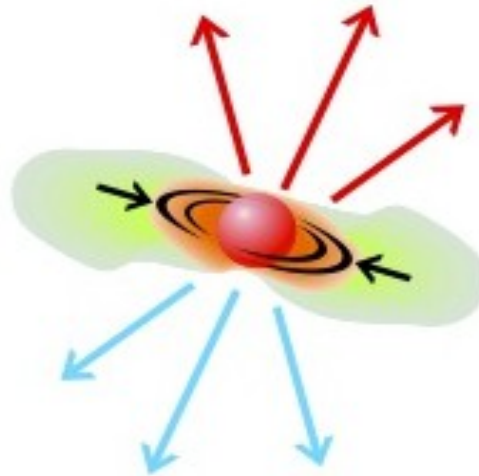




Movimientos expansivos de alta velocidad

Fase T-Tauri

- La envoltura ha sido casi barrida por el viento estelar.
- La fotosfera comienza a ser visible.



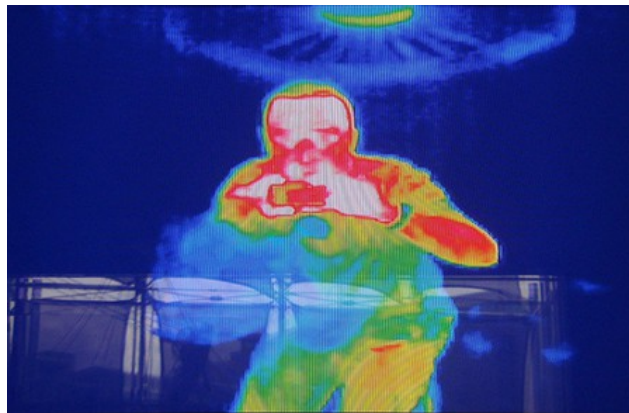
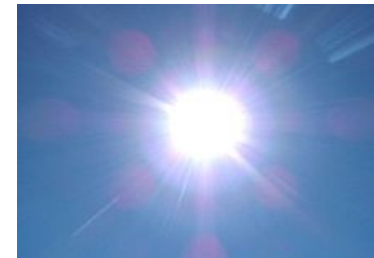
Fase pre-secuencia principal

- Fusión del hidrógeno ($T \cong 10^7$ K)
- Disco de escombros que acabará dando lugar a un sistema de planetas.
- $t \cong 10$ millones de años



¿Qué vemos?

- Radiación térmica
 - Todos los objetos al tener una temperatura emiten radiación.
 - El Sol (6000 K): Emite en el visible
 - Cuerpo humano (309.5 K): Emite en el infrarrojo



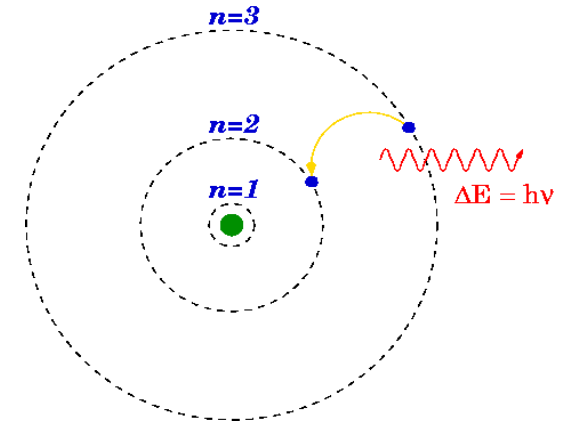
¿Qué vemos?

- Radiación térmica
 - Nubes moleculares (10 K): Emiten en radio

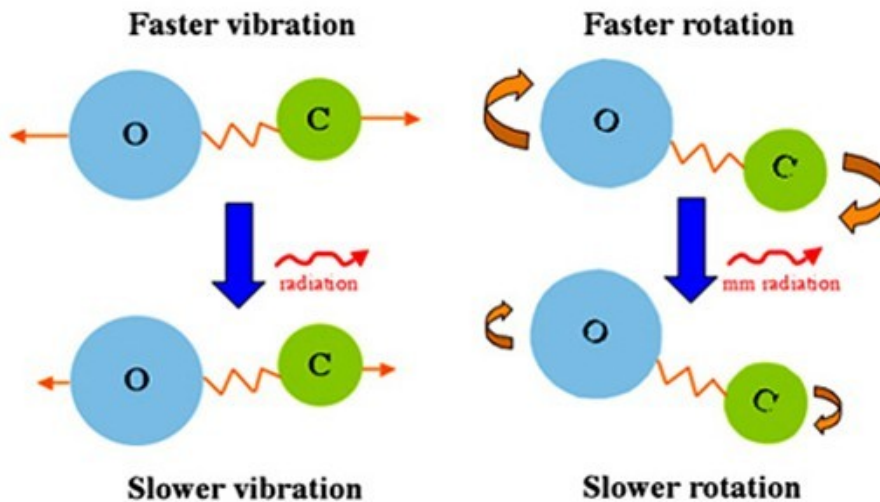


¿Qué vemos?

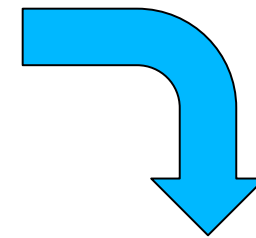
- Emisión molecular
 - Transiciones electrónicas
 - Vibracionales y rotacionales



$$T_{\text{el}} = \frac{E_{\text{el}}}{k} \simeq 9 \times 10^4 \text{ K}$$

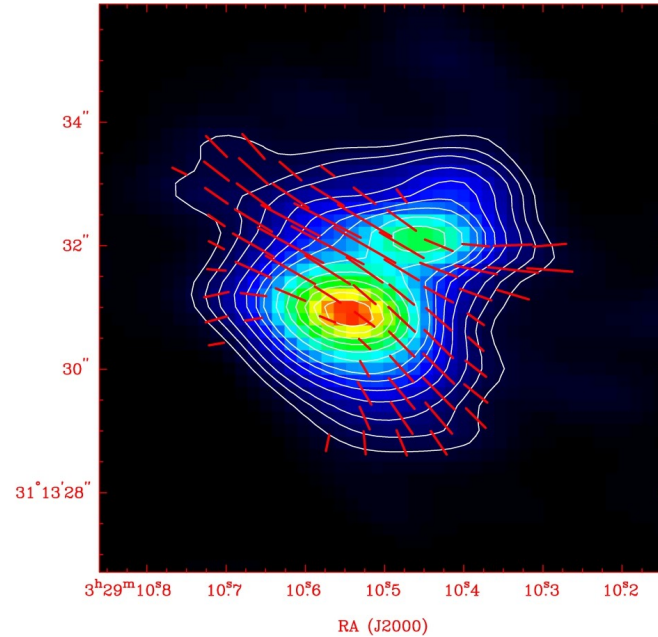


$$T_{\text{vib}} = \frac{E_{\text{vib}}}{k} \simeq 600 \text{ K}$$

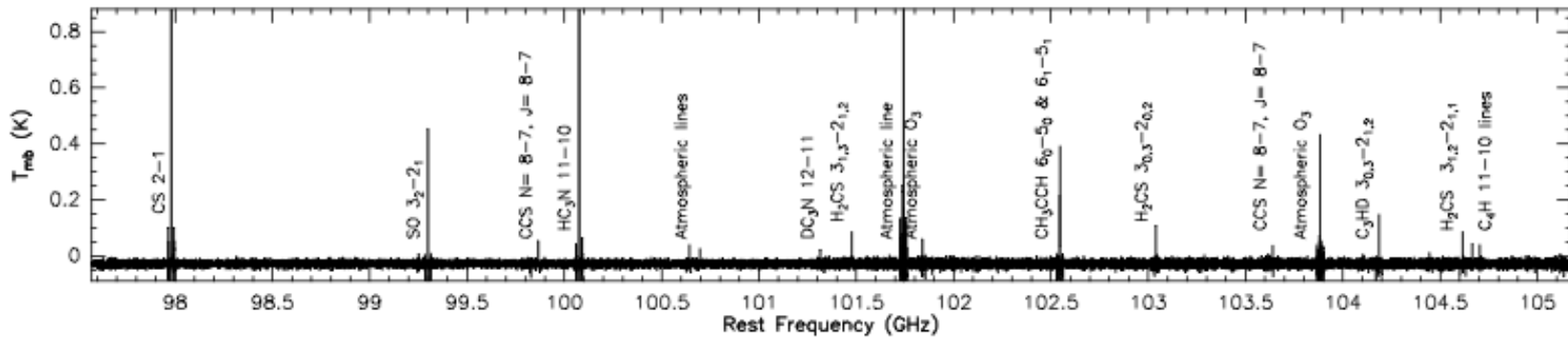


$$T_{\text{rot}} = \frac{E_{\text{rot}}}{k} \simeq 5 \text{ K}$$

¿Qué vemos?



Girart et al., 2006



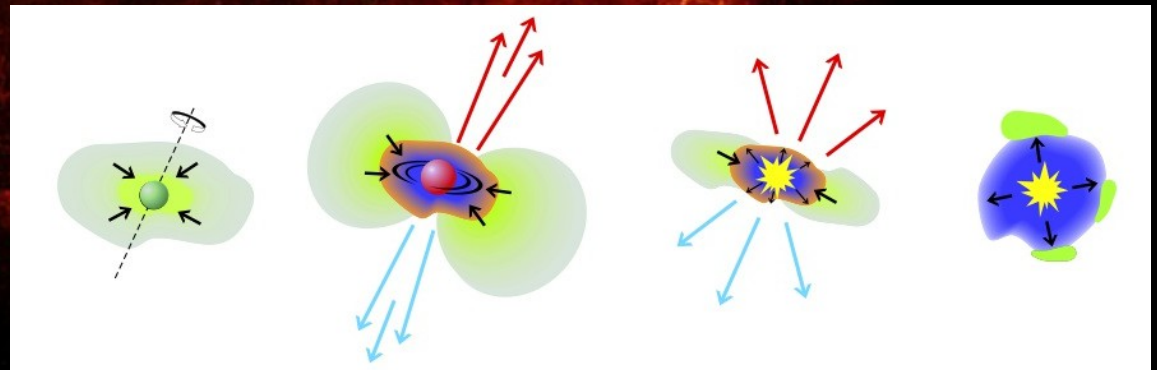
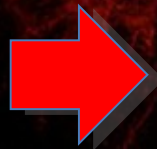
Estrellas de alta masa

Gran importancia en
astrofísica

Observación y
estudio difíciles

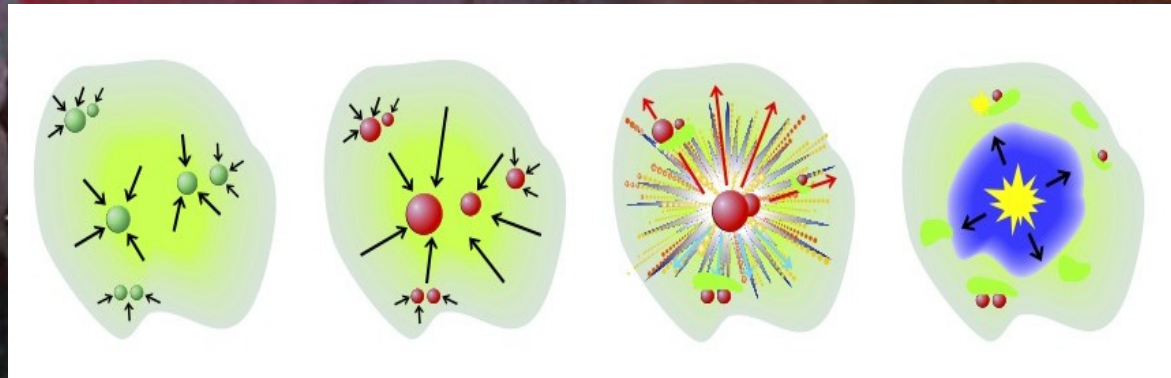
$M = 8-150 M_{\odot}$

¡Problema!



Estrellas de alta masa

- Acreción de material a ritmos más altos
 - Acreción competitiva
 - Da la solución al problema del ritmo de acreción
 - Difícil de observar
- Por colisiones
 - Cúmulos estelares
 - Densidades muy altas



The image shows several large radio telescope dishes in silhouette against a bright orange and yellow sunset sky. A crescent moon is visible in the upper left portion of the frame. The dishes are of varying sizes and are mounted on complex metal structures. The overall scene is a dramatic, low-angle shot of an astronomical observatory.

¡Muchas gracias!