



# Universum nu

## 7. Interstellär materia och stjärnhopar

Universum nu, 15.3 2024, TH

# 7. Interstellär materia

Interstellär materia = galaktisk materia mellan stjärnorna:

- Gas:

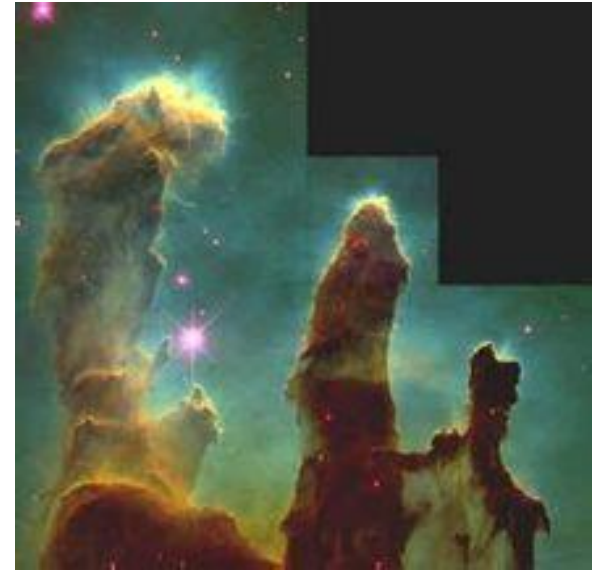
- joner
- atomer (typiskt ca en atom/cm<sup>3</sup>)
- molekyler

- stoft, typiskt ca en partikel per 10<sup>5</sup>m<sup>3</sup>

Av Vintergatans massa: Ca 10% interstellär gas och 0.1% stoft.

Koncentrationer av gas och stoft: Interstellära moln, *nebulosor*.

Det interstellära mediet (gas och stoft) undersöks ofta med **infraröd- och radioastronomi**.

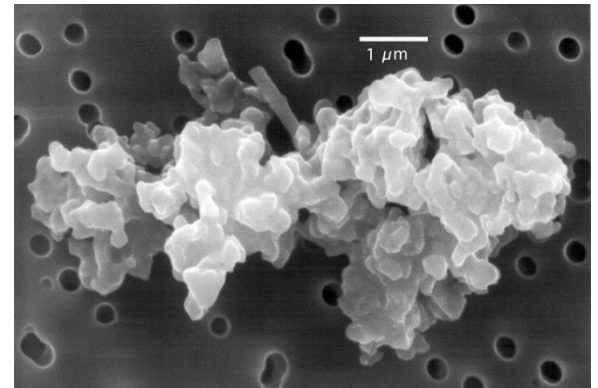
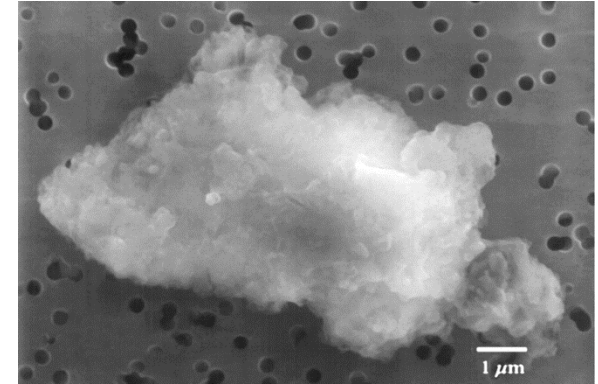


”Skapelsens pelare” i Örnnebulosan och ”Guds finger” i Carina nebulosan (Hubble ST)



# 7.1 Interstellärt stoft

- Stoffet består av små partiklar (mindre än  $1\mu\text{m}$ , samma storlek som rökpartiklar) av bl.a. vatten (is), silikater och grafit
- Förekommer blandat med gas.
- Stoffpartiklar bildas i "svala" (K,M) stjärnors atmosfärer och kommer att spridas ut i rymden av stjärnans strålningstryck
- Stoff kan också bildas vid stjärnors uppkomst.



Stoffet är koncentrerat i ett tunnt skikt ( $\sim 100$  pc) i Vintergatans plan. ↓ (Bild: John P. Gleason, *Celestial Images*)





# 7.1.1 Observationer av interstellärt stoft

- Stoffet absorberar och sprider ljus:
- Extinktion
  - I Vintergatans plan ca 2 mag/kpc i solens omgivning
  - Från Vintergatans centrum upp till 30 mag
- Rödfärgning
- Skymd sikt
- Infrarödstrålning



Hästhuvudnebulosan (ESO)



Optisk och IR bild av samma region





## 7.1.2 Stoftnebulosor

- *Mörka nebulosor*: Skymmer bakomliggande stjärnor.
- *Reflektionsnebulosor*: Reflekterar strålning från närliggande stjärnor.
- *Protoplanetära stoftskivor*: Kring nybildade stjärnor.
- *Insterställär cirrus*.

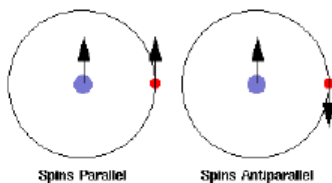




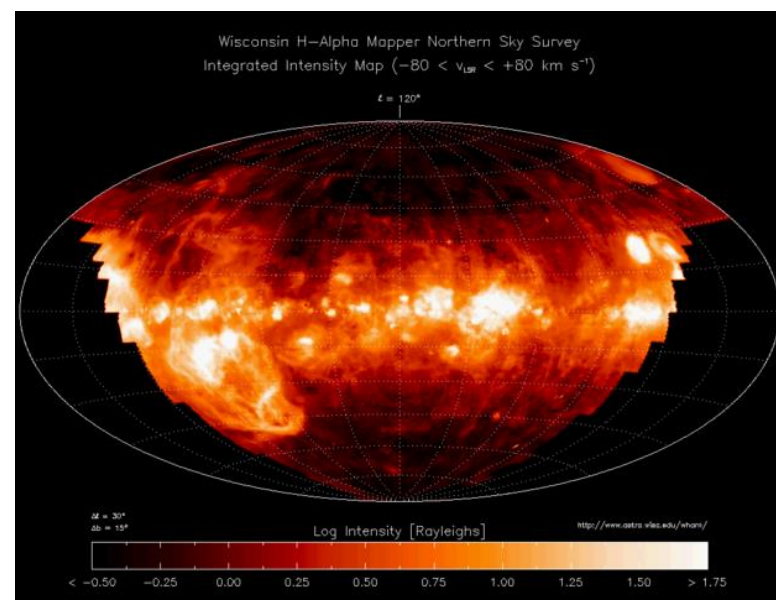
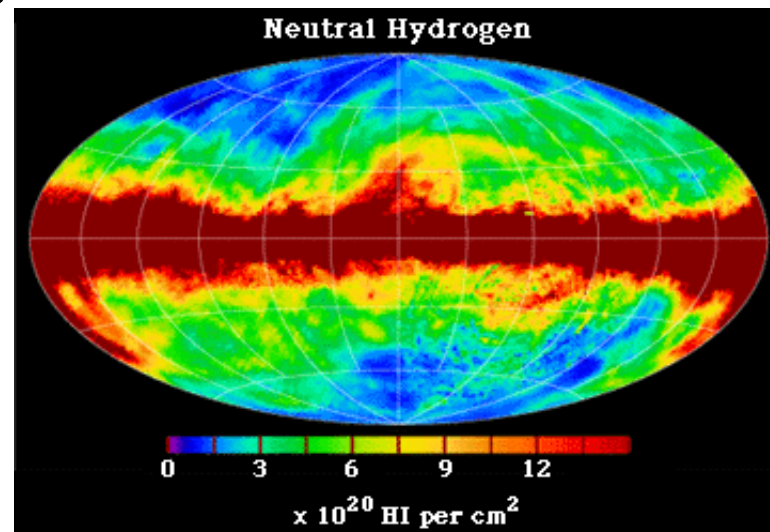
## 7.2 Interstellär gas

Interstellär gas syns som gasnebulosor och interstellära absorptionslinjer.

- Gasen mera "genomskinlig" än stoftet
- Största delen av den interstellära gasen består av väte (ca 70 %) och helium (nästan 30 %)
- I Vintergatan är gasen koncentrerad till ett tunnt skikt ( $\sim 2000$  pc) på samma sätt som stoftet
- Atomärt väte förekommer både i neutral och joniserad form.
- Undersökningar av vätetets 21 cm:s linje  $\Rightarrow$  Vintergatans struktur (spiralarmar mm.)



Byte av elektronspinnriktning  $\Rightarrow$  vätetets emissionslinje  $\lambda = 21$  cm.





## 7.3 Gasnebulosor

- **HII-regioner**: Emissionsnebulosor med joniserat väte (även He, O och N) nära heta stjärnor.
- **HI-regioner**: Kallare än HII-regionerna, observeras med radioteleskop.
- **Molekylära nebulosor**:
  - T.ex.  $H_2$ , OH,  $H_2O$ , CO,  $NH_3$ , CN & CH.
  - Också komplexa organiska molekyler uppstår genom samverkan med stoft.



HII-region i Tarantulanebulosan



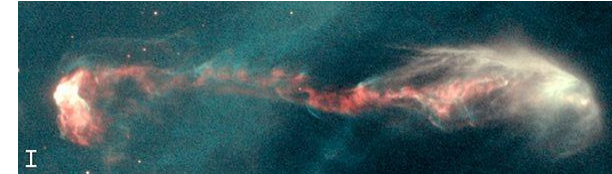
Sagittarius B2





# 7.4 Interstellär materia och stjärnors utveckling

- Stjärnbildning sker vid låga temperaturer i tätare fragment av molekulära moln
- En del av materian "återlämnas":
  - Vid stjärnbildning strömmar en del av gasen ut
  - När stjärnan dör: *Planetära nebulosor* och rester av *supernovor*, som småningom upplöses
- ⇒ Undersökning av interstellär materia nödvändig för att förstå uppkomsten av stjärnor och materiens "kretslopp"
- I *Vintergatan* uppstår nya stjärnor främst i spiralarmarna, där koncentrationen av interstellär materia är störst.



Herbig-Haro objekt: Ung stjärna med jetströmmar



Planetary Nebula IC 418

Hubble Heritage

PRC00-28 • NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • HST/WFPC2

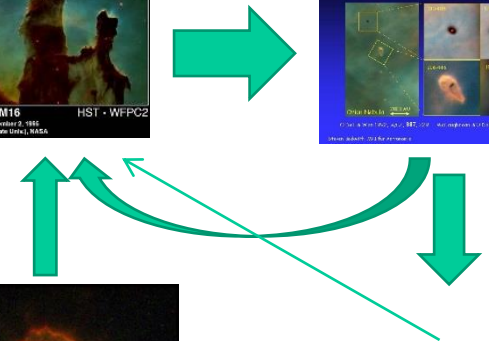
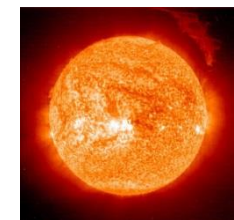
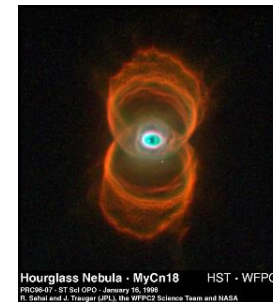
Spirografnebulosan





# 7.5 Materiens kretslopp

- Under alla skeden i stjärnors utveckling avges materia till det interstellära mediet.
  - ⇒ Rymden berikas med nya grundämnen som uppstår i stjärnan.
  - ⇒ Stoff som bildas i "svala" stjärnor sprids.
- En del materia binds i bruna dvärgar och kompakta stjärnor (vita dvärgar, neutronstjärnor, svarta hål):
  - ⇒ Minskning av interstellär materia
  - ⇒ Stjärnbildningen avtar





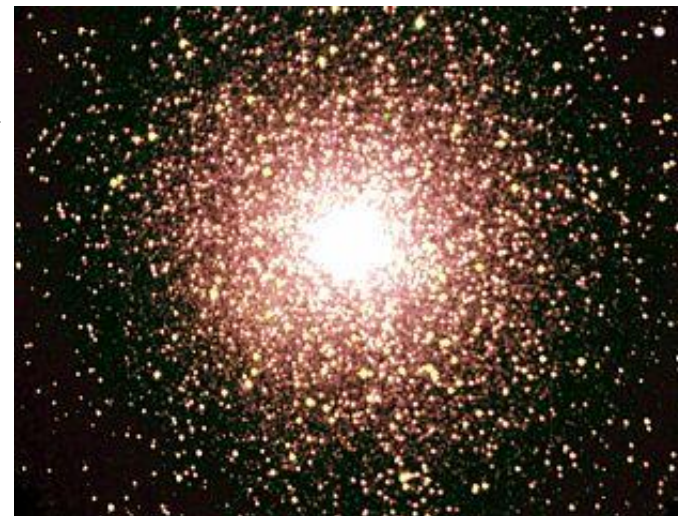
## 7.6 Stjärnhopar

Stjärnorna uppkommer i grupper => stjärnhopar:

- Associationer
  - Några tiotal stjärnor.
  - Upplöses snabbt.
- Öppna hopar
  - Upp till några hundra stjärnor.
  - Upplöses med tiden.
  - Består ofta av nya stjärnor.
- Klotformiga hopar
  - 10 000 - 1000 000 stjärnor.
  - Hög stjärntäthet i centrum.
  - Gravitationellt stabila.
  - Nya klotformiga stjärnhopar bildas inte i Vintergatan.
  - En del är rester av dvärggalaxer.



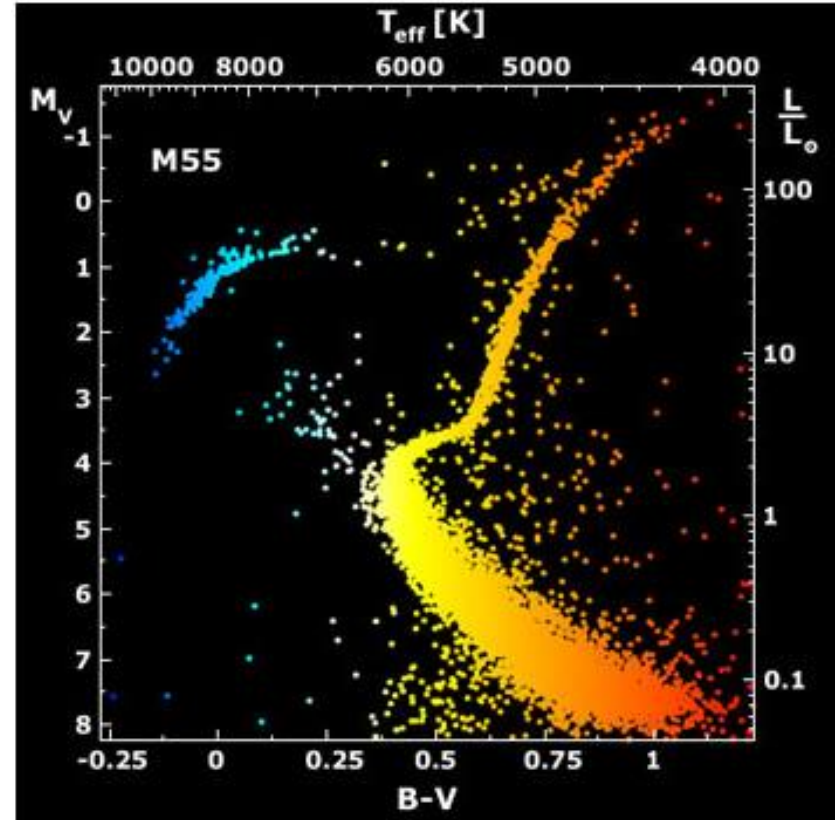
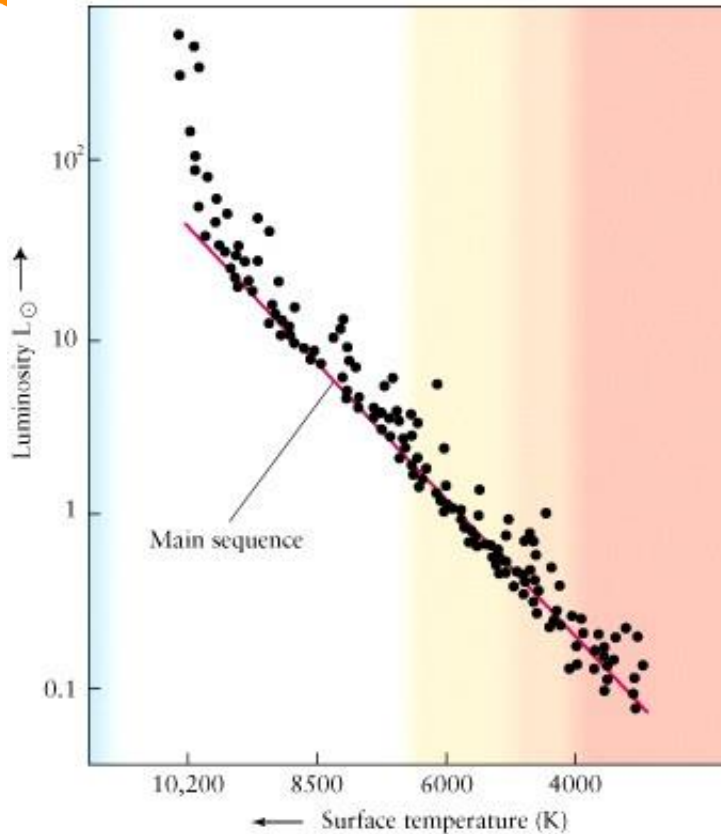
Plejaderna (Hubble ST)



47 Tuc (ESO)



# Uppgift



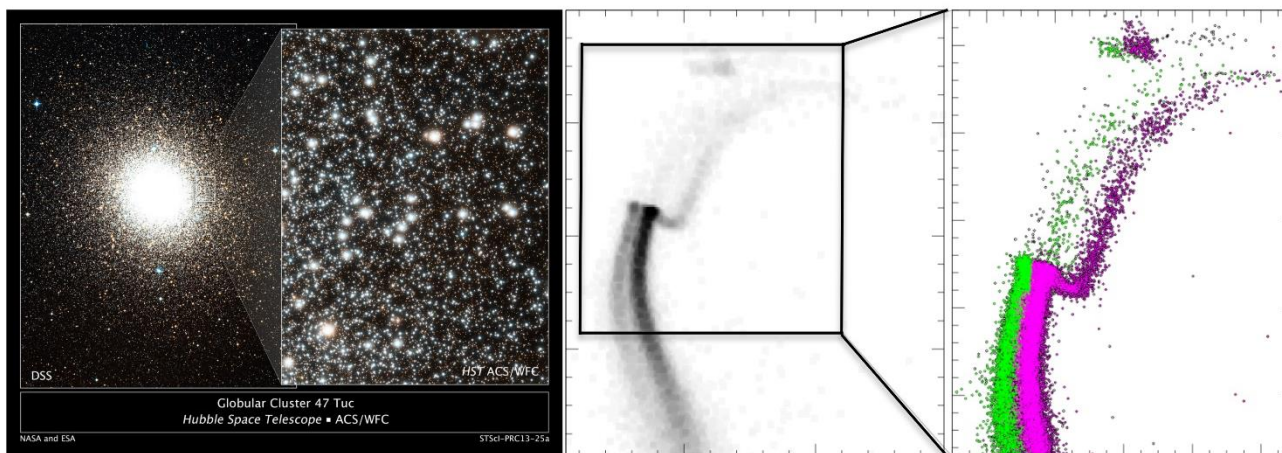
Ovan ser du HR-diagram för öppna stjärnhopen Plejaderna (vänster) och klotformiga hopen M55 (höger).

Hur och varför skiljer sig HR-diagrammen från varandra?



## 7.9 Är alla stjärnor lika gamla i en stjärnhop?

- I öppna stjärnhopar: Ja.
- I klotformiga stjärnhopar: Inte nödvändigtvis, men skillnaderna är vanligen små jämfört med åldern.
  - Multipla populationer i de flesta klotformiga stjärnhoparna.



”HR-diagram” av 47 Tuc (Hubble ST)