



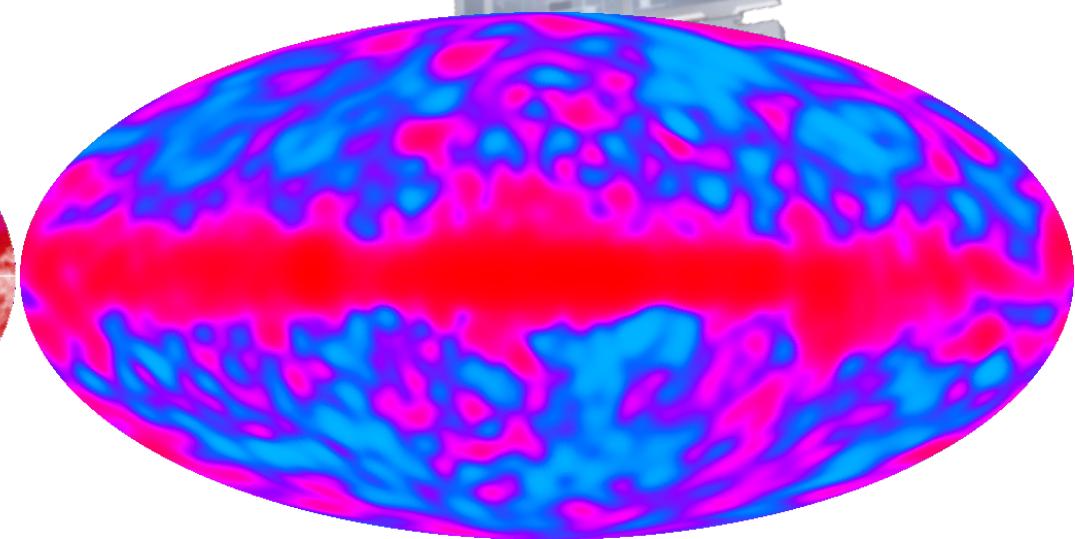
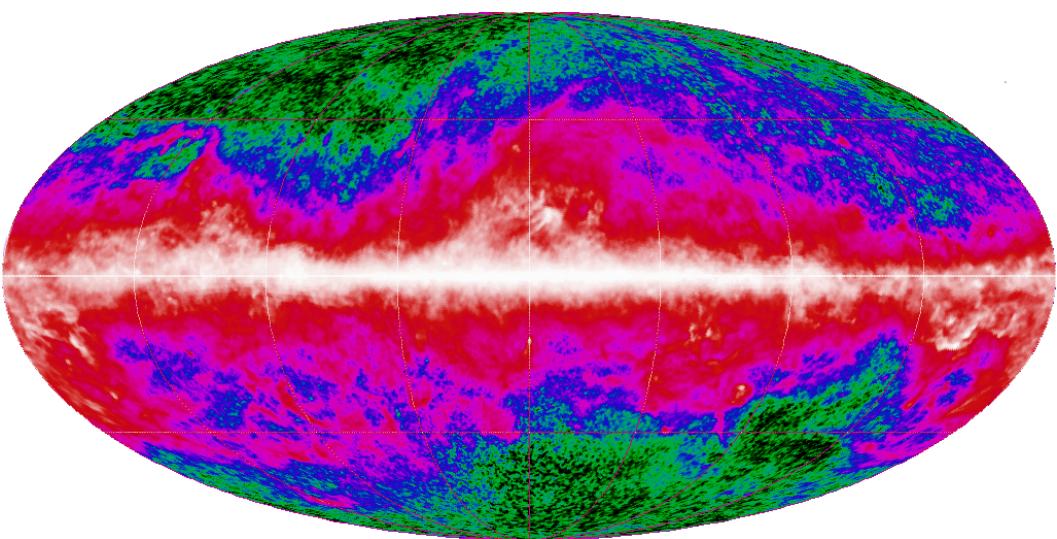
Studio dello spettro di emissione anomala della polvere interstellare mediante il codice SPDUST

Candidato:
Tommaso Forni

Relatore:
Dott. Maurizio Tomasi

Emissione Anomala (AME)

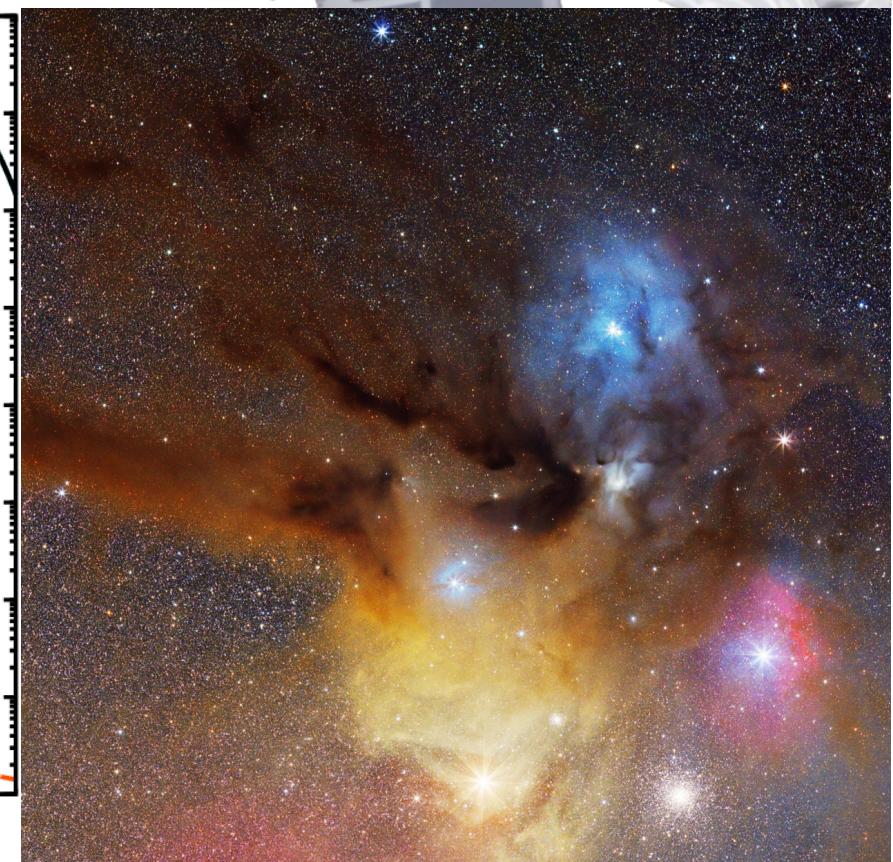
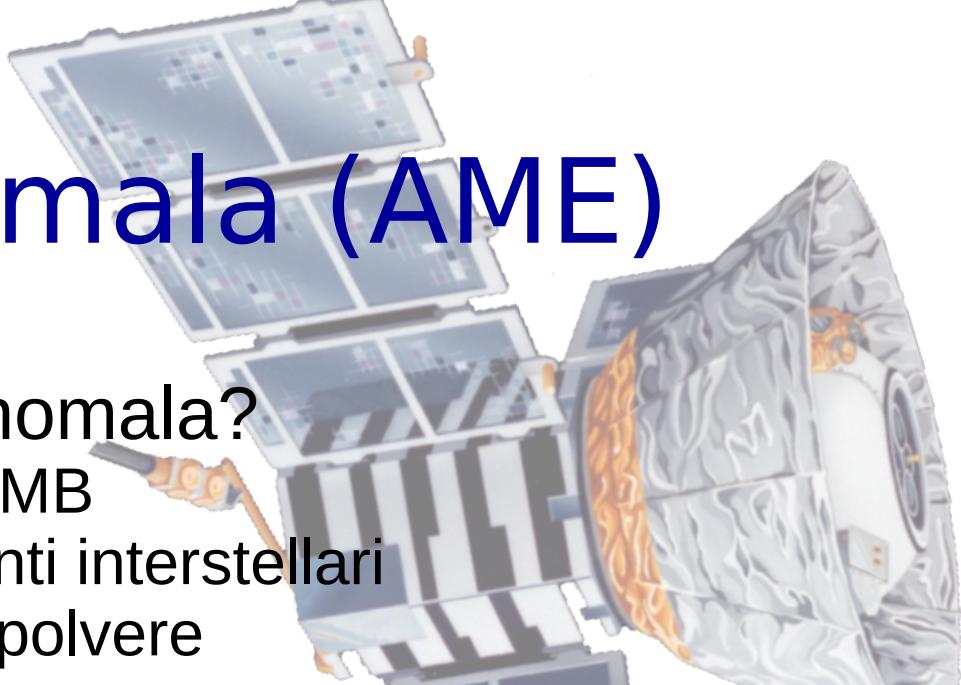
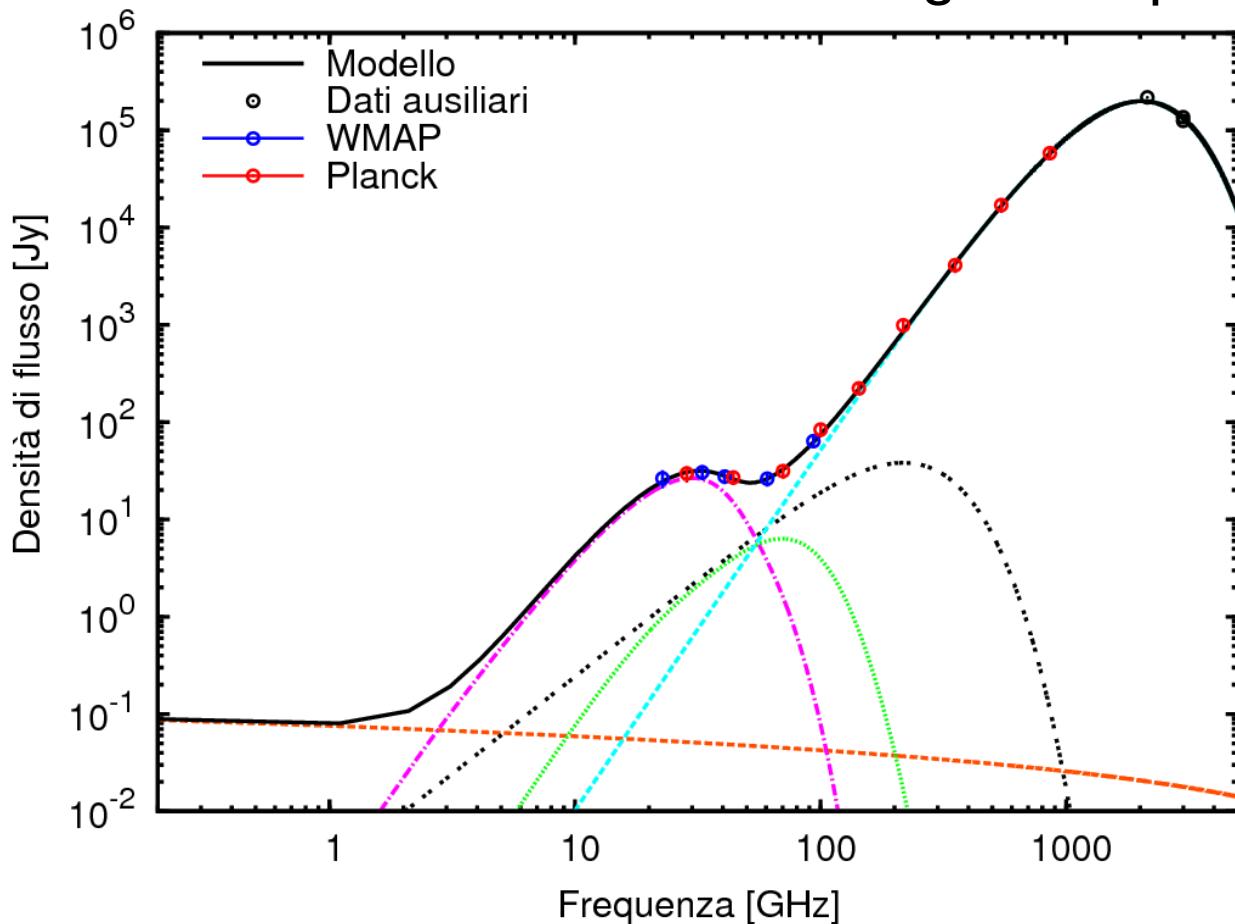
- radiazione a 10 – 300 GHz (microonde)
- emissione correlata con la distribuzione di polvere nella Galassia (Kogut et al. 1996)
- ipotesi: emissione di dipolo dovuta a grani di polvere in rotazione (“*spinning dust*”, Draine e Lazarian, 1998)



Emissione Anomala (AME)

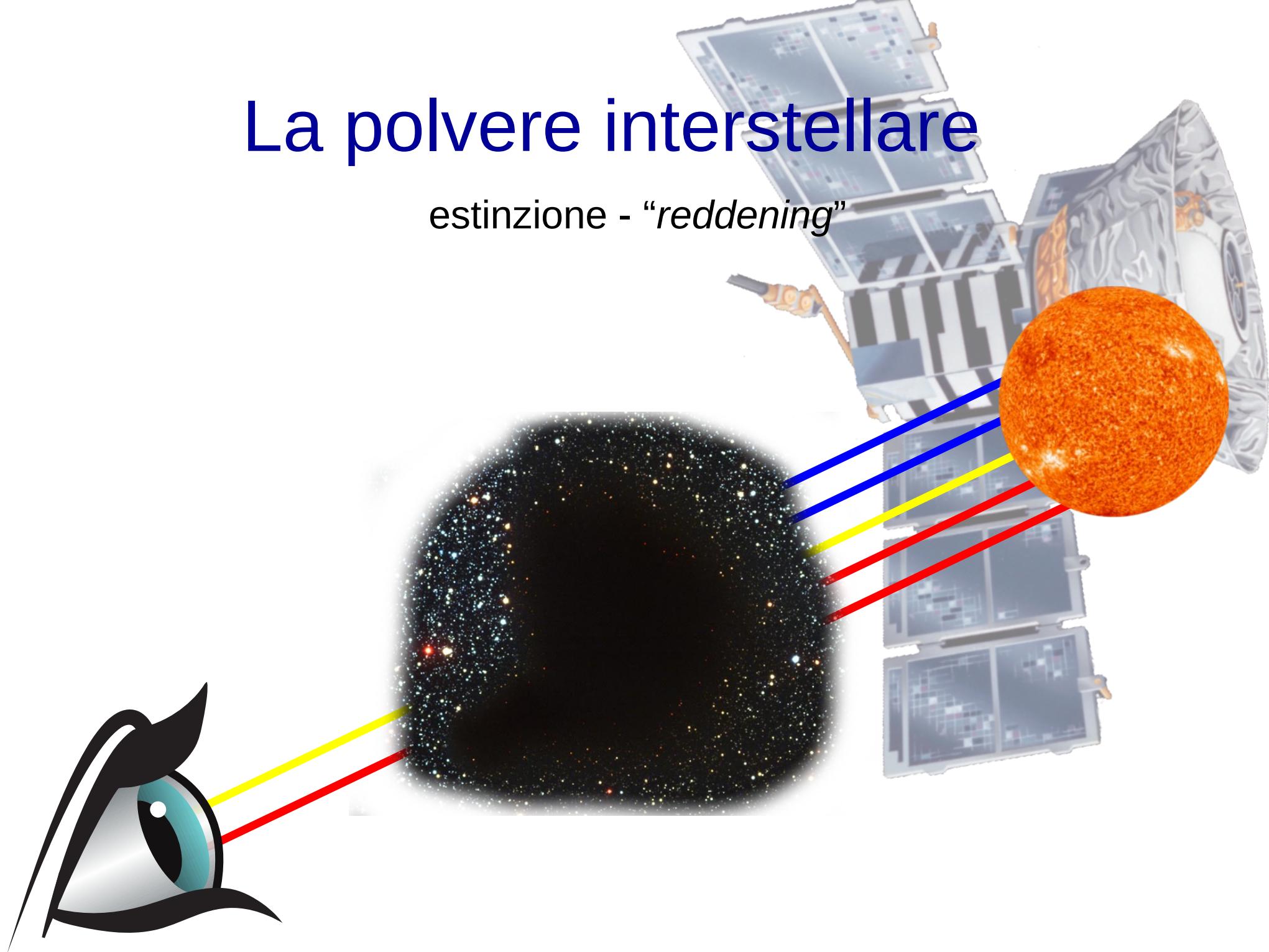
→ Perché studiare l'emissione anomala?

- È un disturbo nelle misure della CMB
- Fornisce informazioni sugli ambienti interstellari
- Fornisce informazioni sui grani di polvere



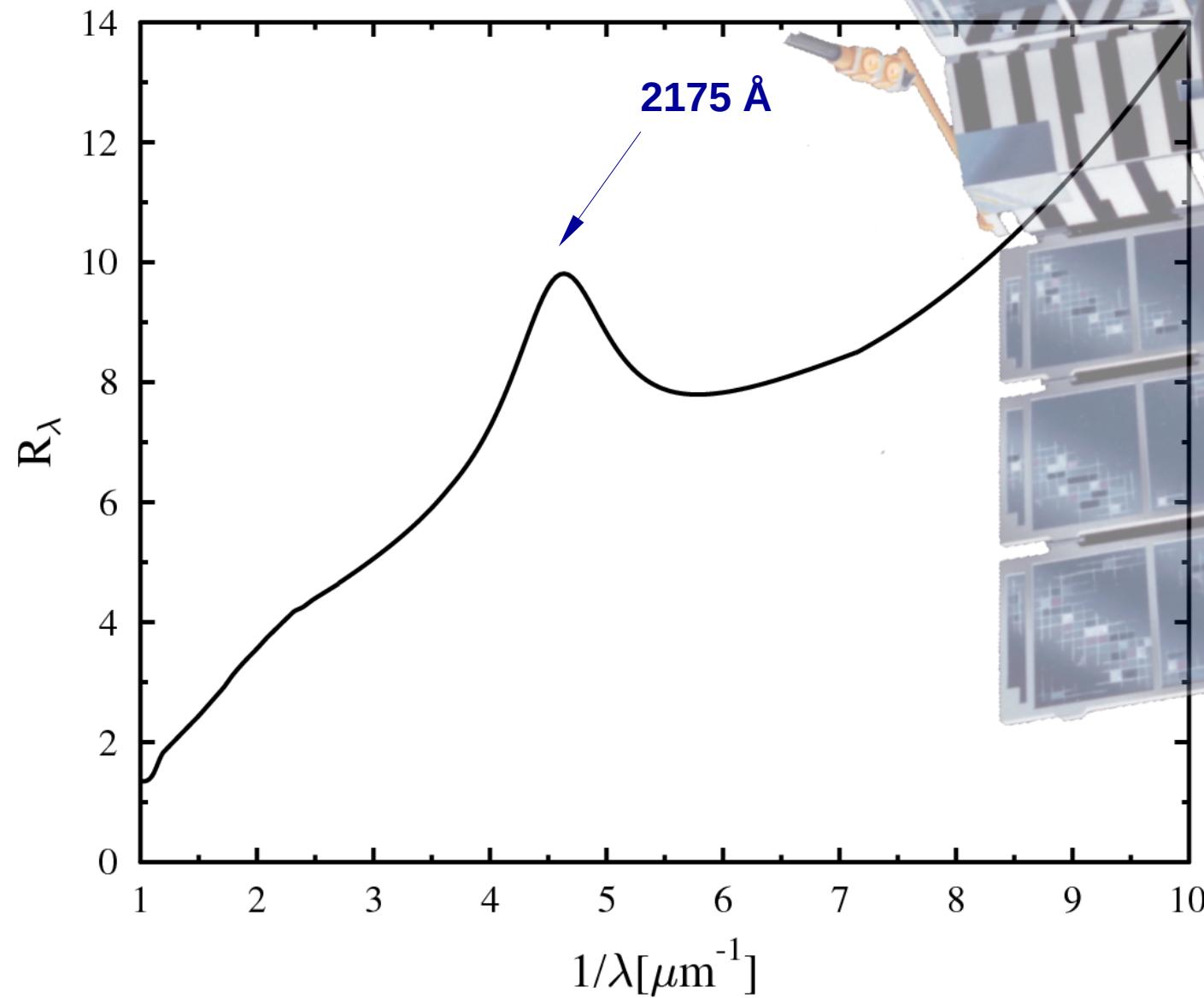
La polvere interstellare

estinzione - “reddening”



La polvere interstellare

Curva di estinzione



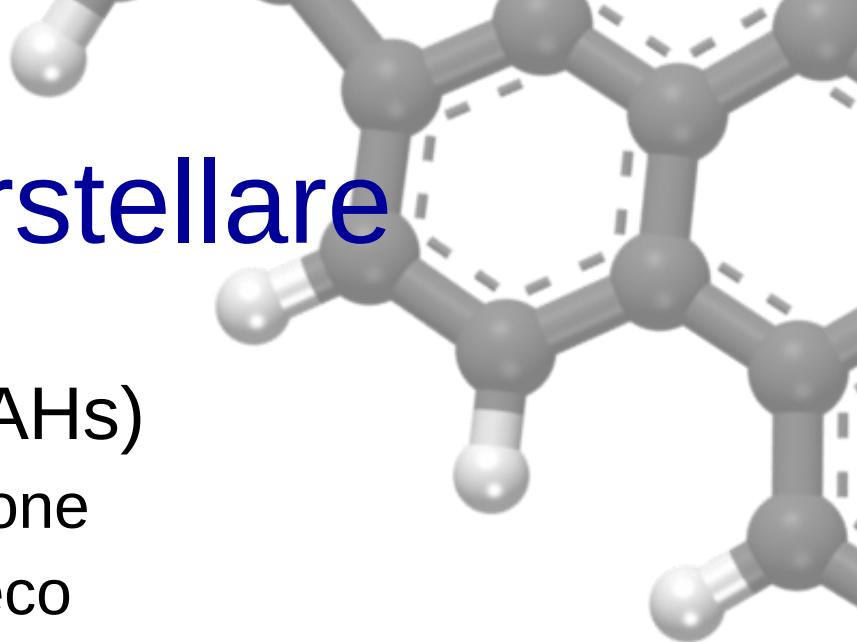
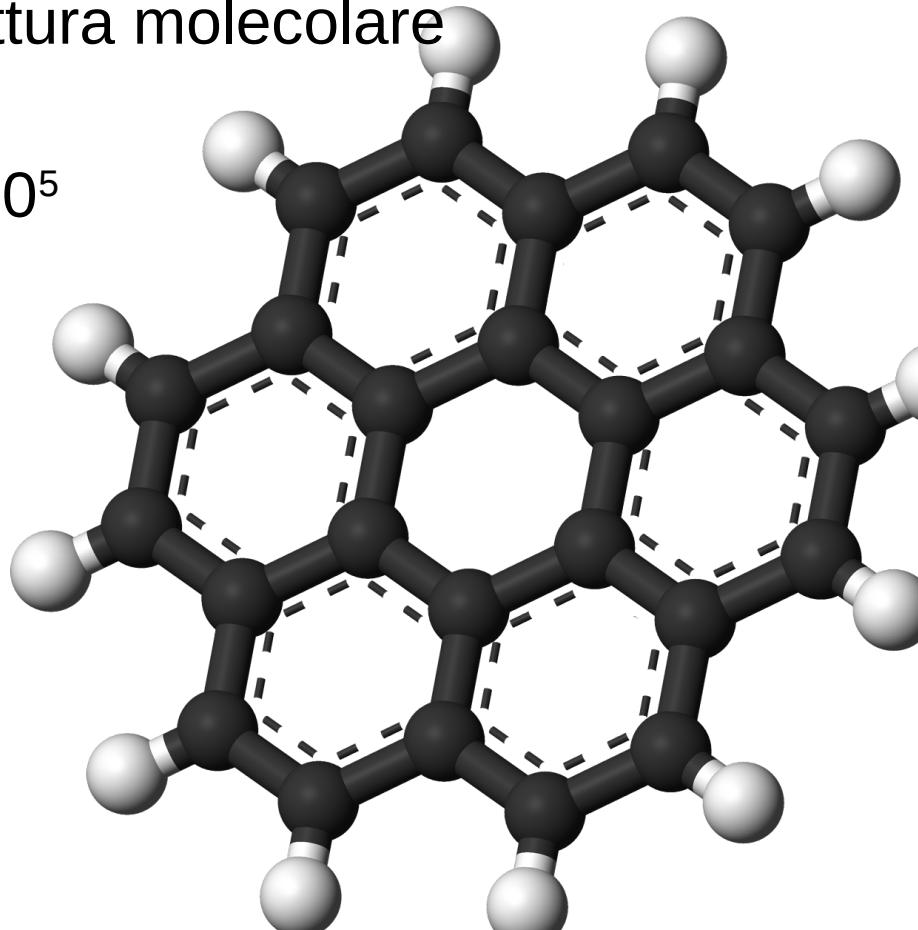
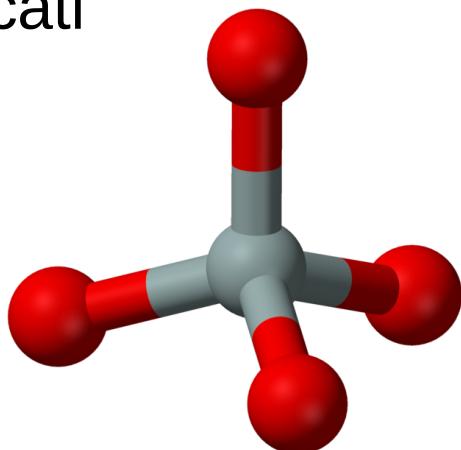
La polvere interstellare

→ Idrocarburi aromatici policiclici (PAHs)

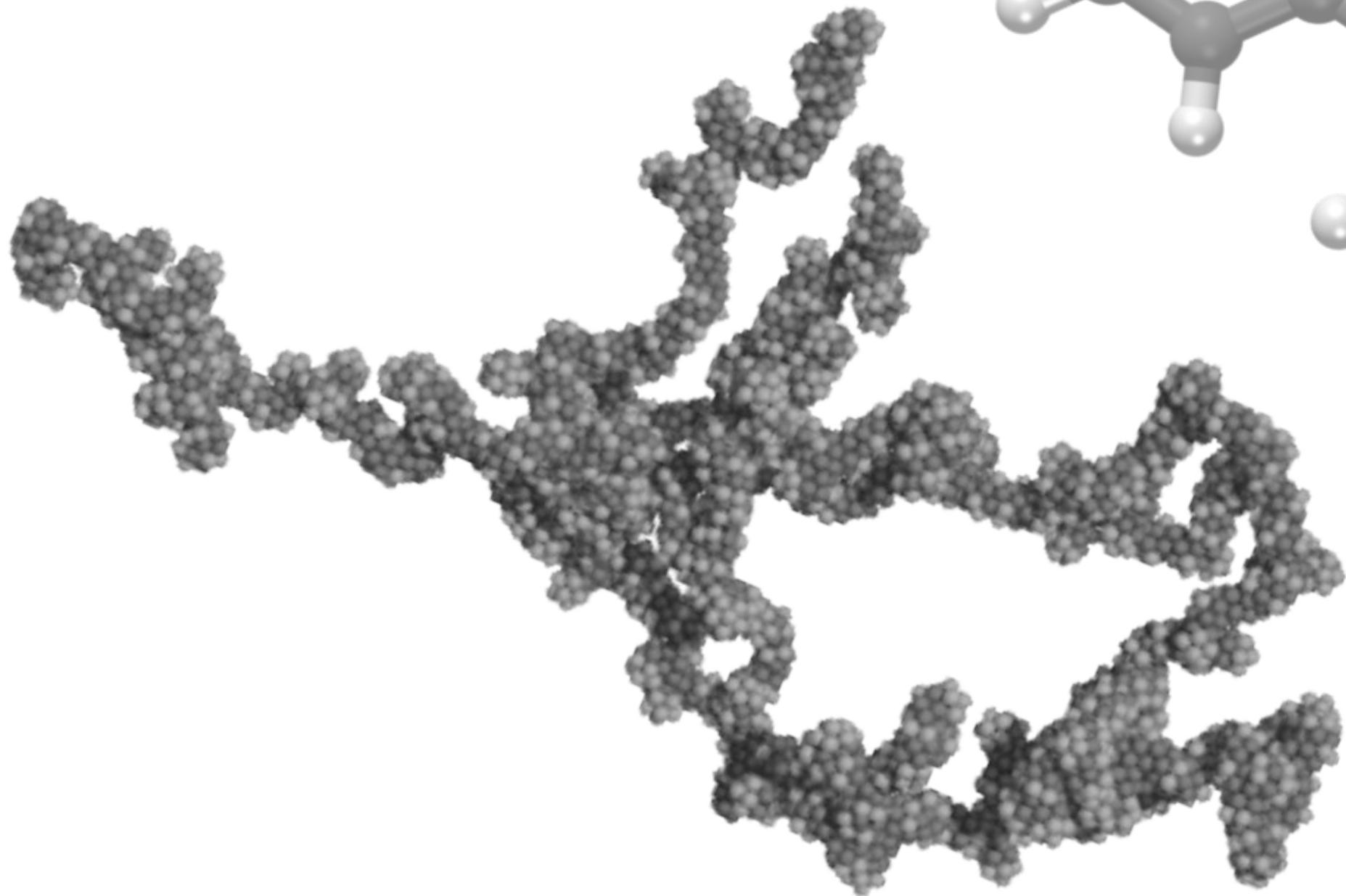
- possono riprodurre la curva di estinzione
- non hanno momento di dipolo intrinseco
- il dipolo emerge da difetti nella struttura molecolare
- diametro 3.5 – 100 Å
- numero di atomi di carbonio: 20 – 10^5

→ Altre molecole

- silicati



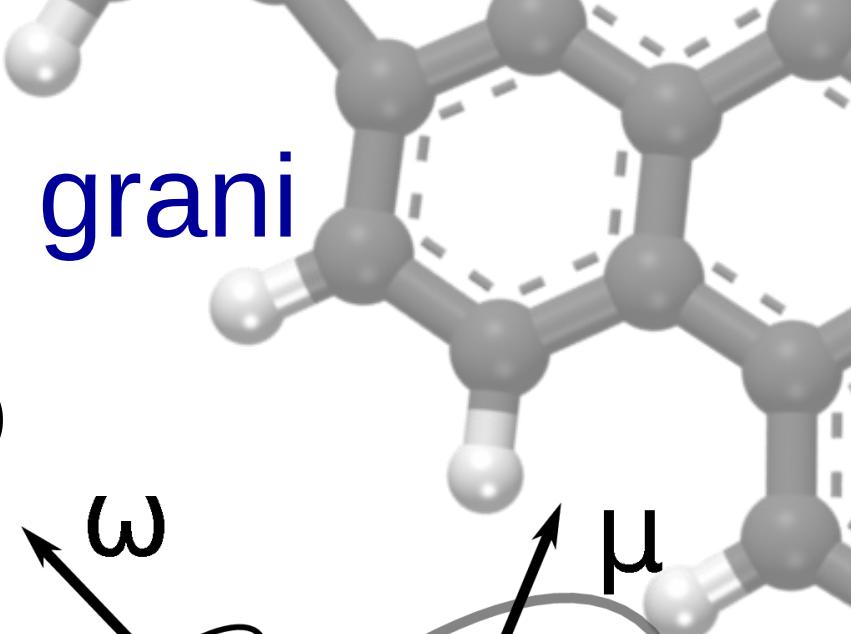
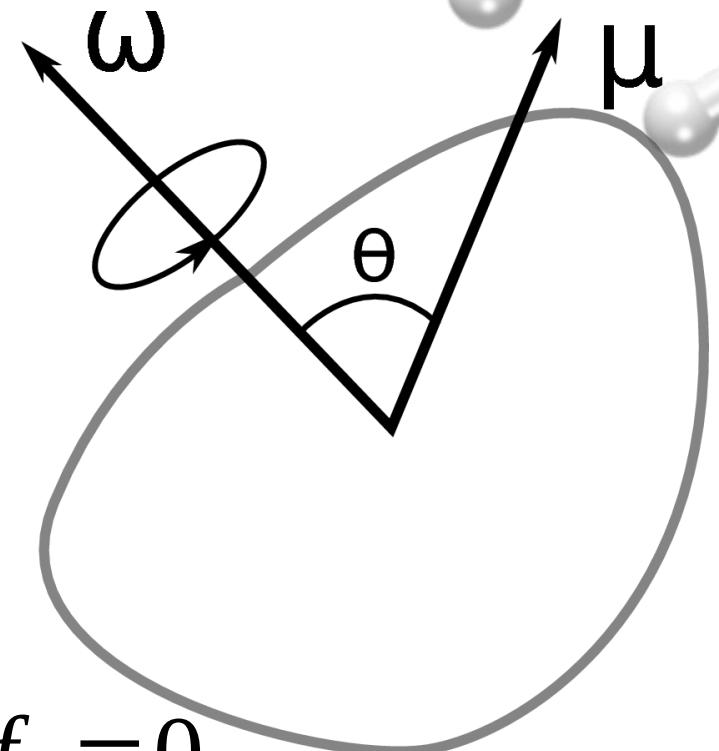
La polvere interstellare



Rotazione dei grani

- Collisioni (con ioni, atomi, fotoni)
- “*Plasma drag*”
- Formazione di H₂
- Emissione di fotoni
- Emissione fotoelettrica

$$\frac{df_a}{d\omega} + \left[\frac{I\omega}{kT} \frac{F}{G} + \frac{\tau_H}{\tau_e} \frac{1}{3G} \frac{I^2 \omega^3}{k^2 T^2} \right] f_a = 0$$



000011010011110100100111110011
1011111001100000111000011011001
00111100111101011100101100101
111100001
011011111
111010011
100000100
100101100
001011101
010011110

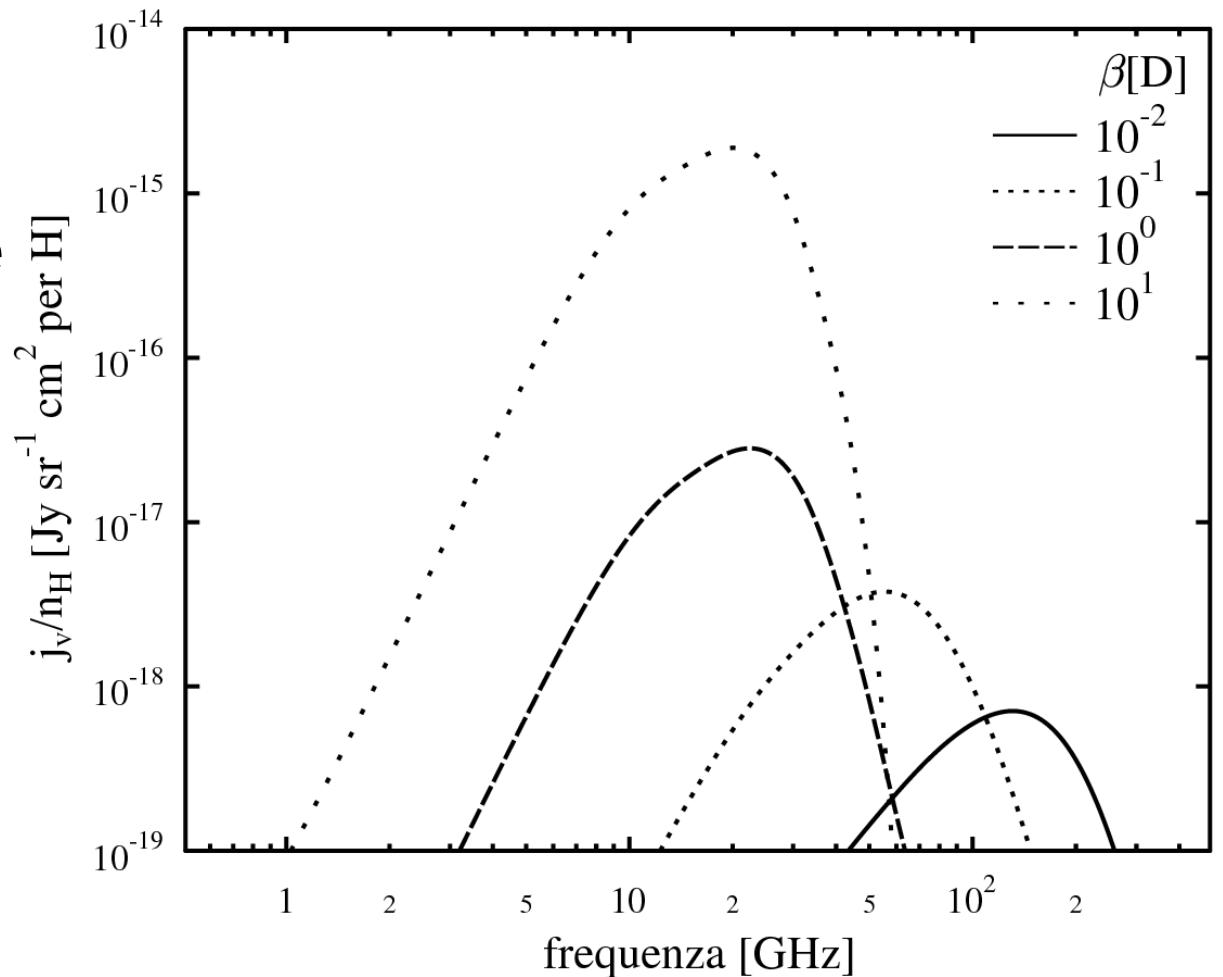
Il codice SPDUST

→ Input:

- Parametri ambientali (densità, temperatura, radiazione, ionizzazione)
- Proprietà dei grani (momento di dipolo intrinseco, distribuzione delle dimensioni)

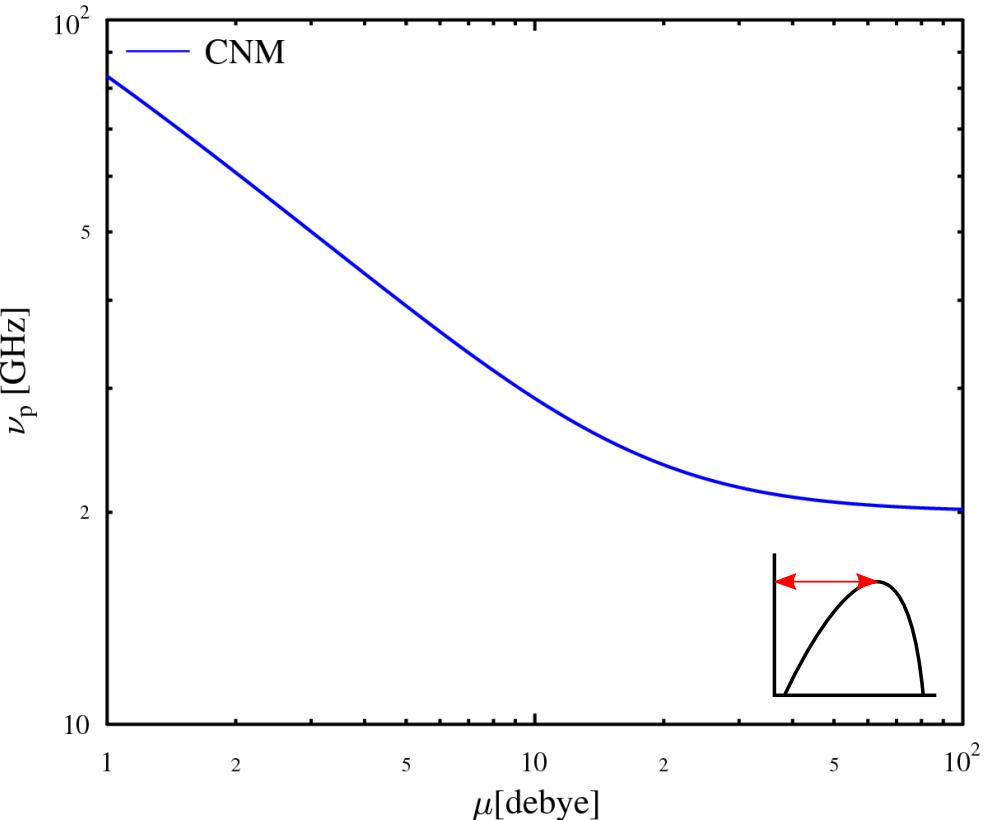
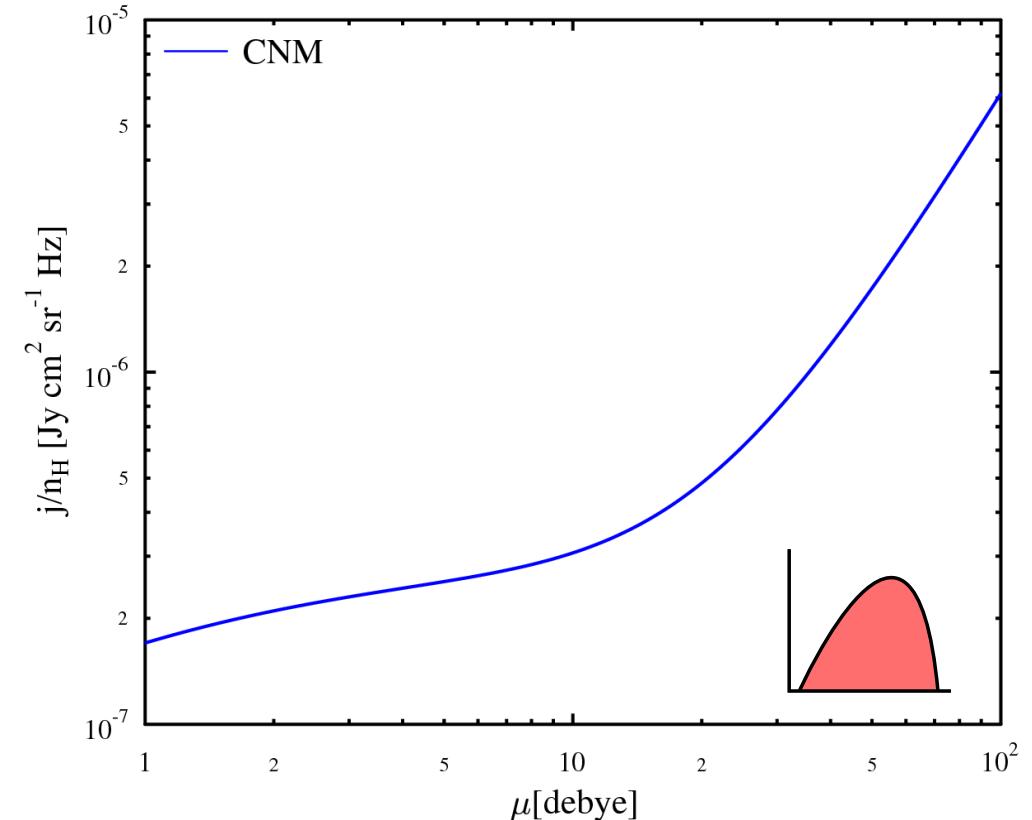
→ Output:

- Spettro di emissione anomala



Il lavoro

- Studio della dipendenza dello spettro di emissione da condizioni ambientali e proprietà dei grani
 - Spettro caratterizzato da potenza totale e frequenza di picco
 - Calcolo di molti spettri variando un parametro
 - Calcolo effettuato in tre diversi ambienti interstellari



Il mezzo interstellare (ISM)

→ Materiale galattico tra le stelle

- Gas e polvere

→ Ambienti interstellari considerati:

- Warm Ionized Medium (WIM)
- Warm Neutral Medium (WNM)
- Dark Cloud (DC)

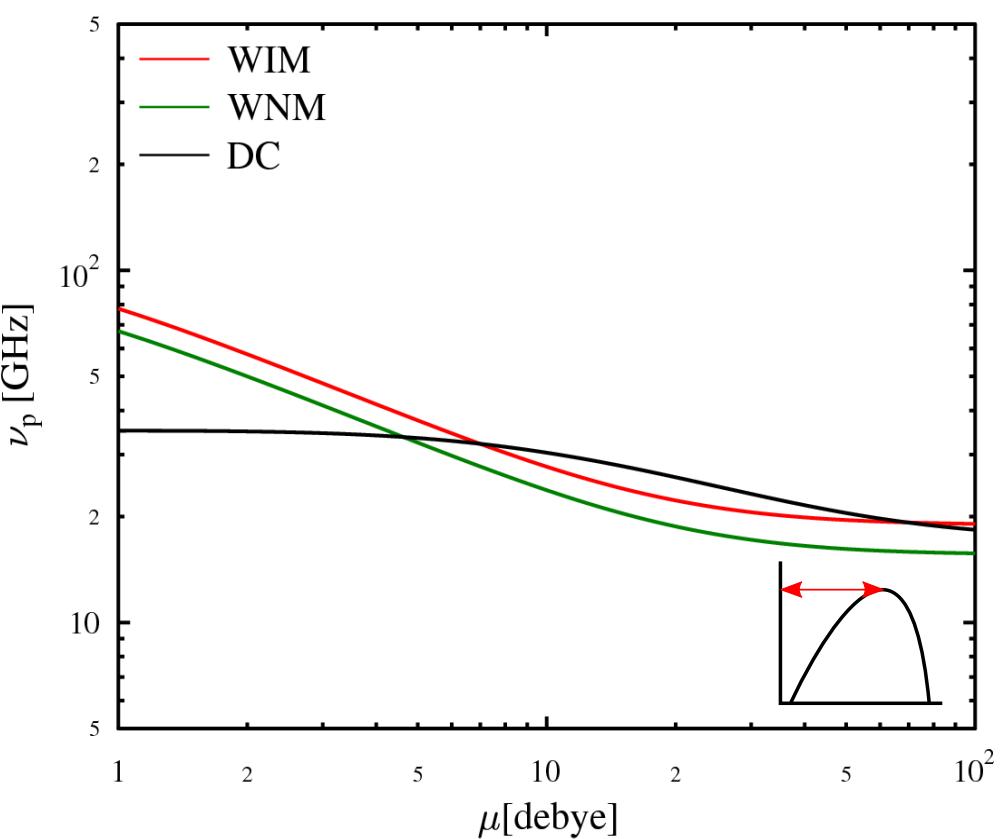
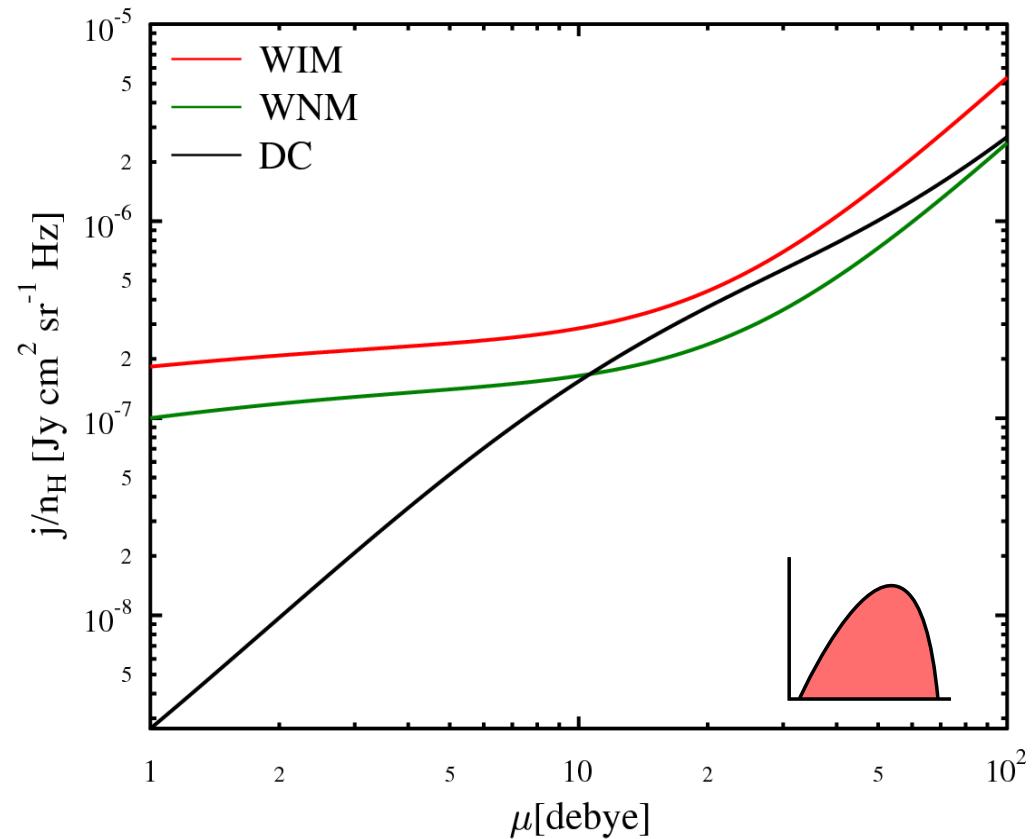


Risultati

→ Effetto del momento di dipolo intrinseco μ_i

$$\mu^2 = \mu_i^2 + (Ze a \epsilon)^2$$

$$\frac{dL_z}{dt} \propto \mu^2$$

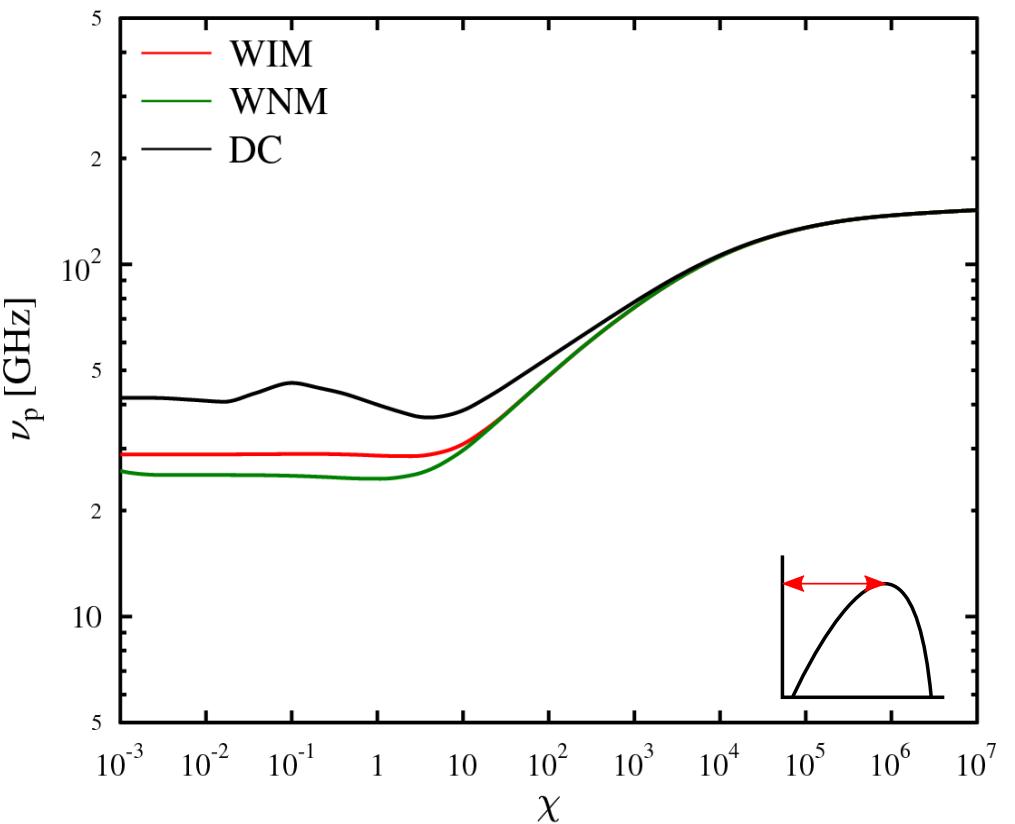
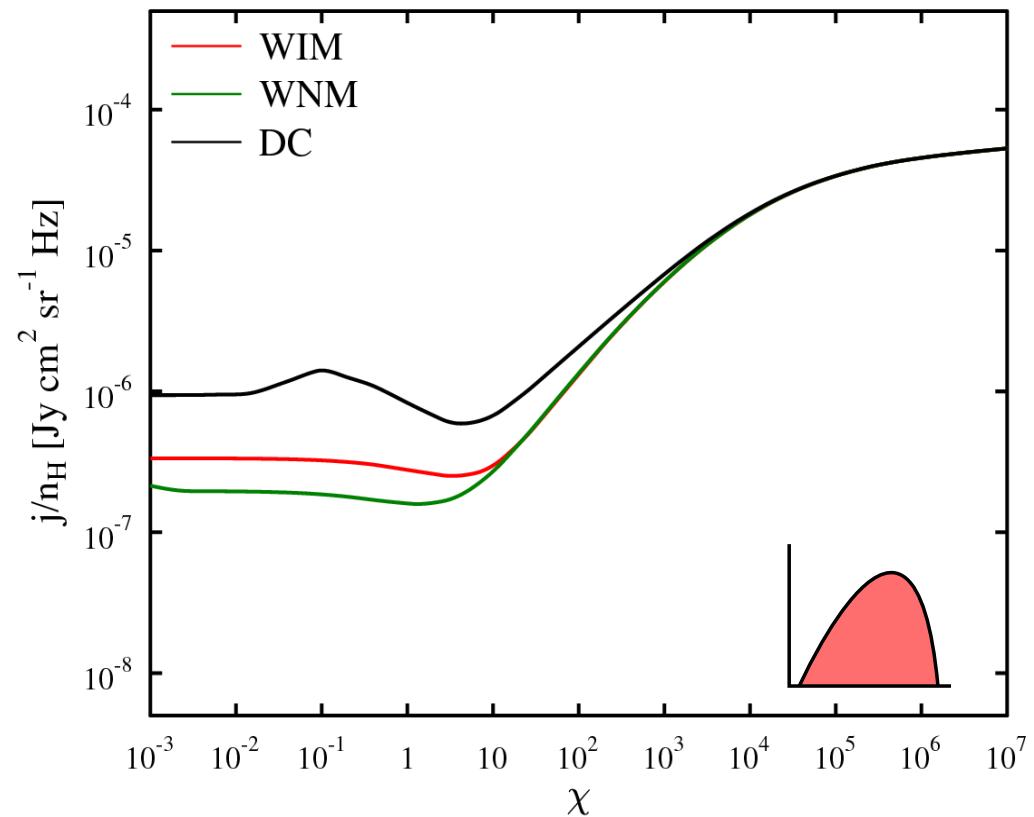


000011010011110100100111110011
 1011111001100000111000011011001
 00111100111101011100101100101
 111100001
 011011111
 111010011
 100000100
 100101100

Risultati

→ Effetto dell'intensità di radiazione incidente χ

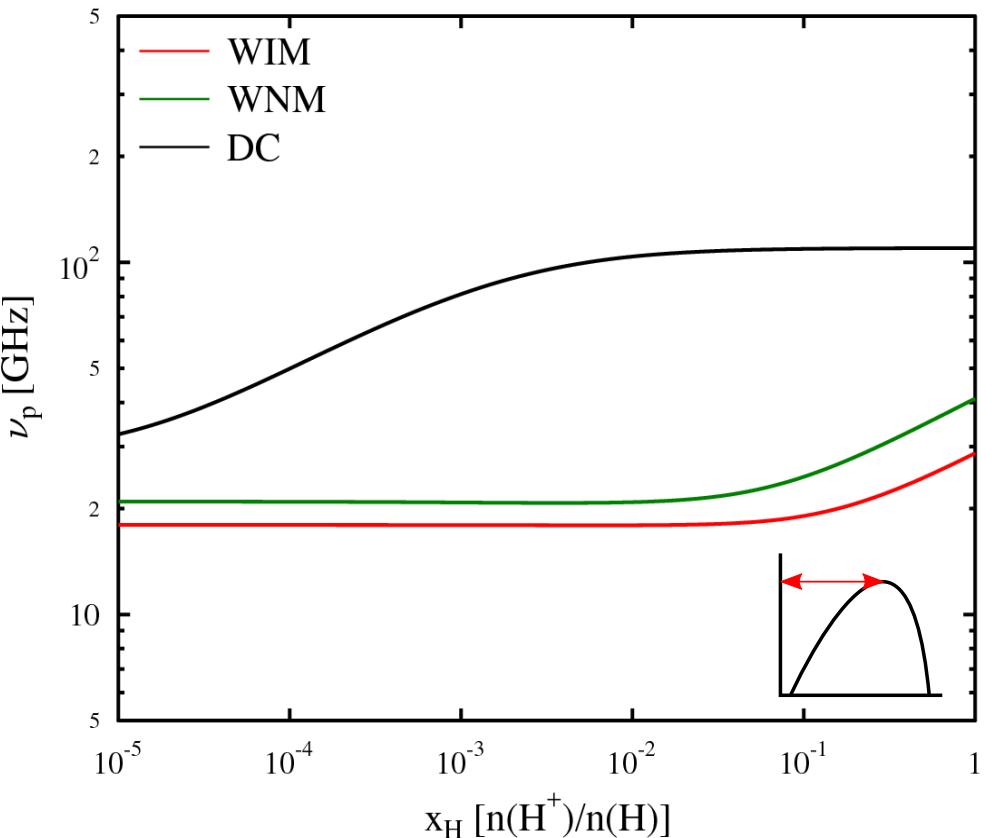
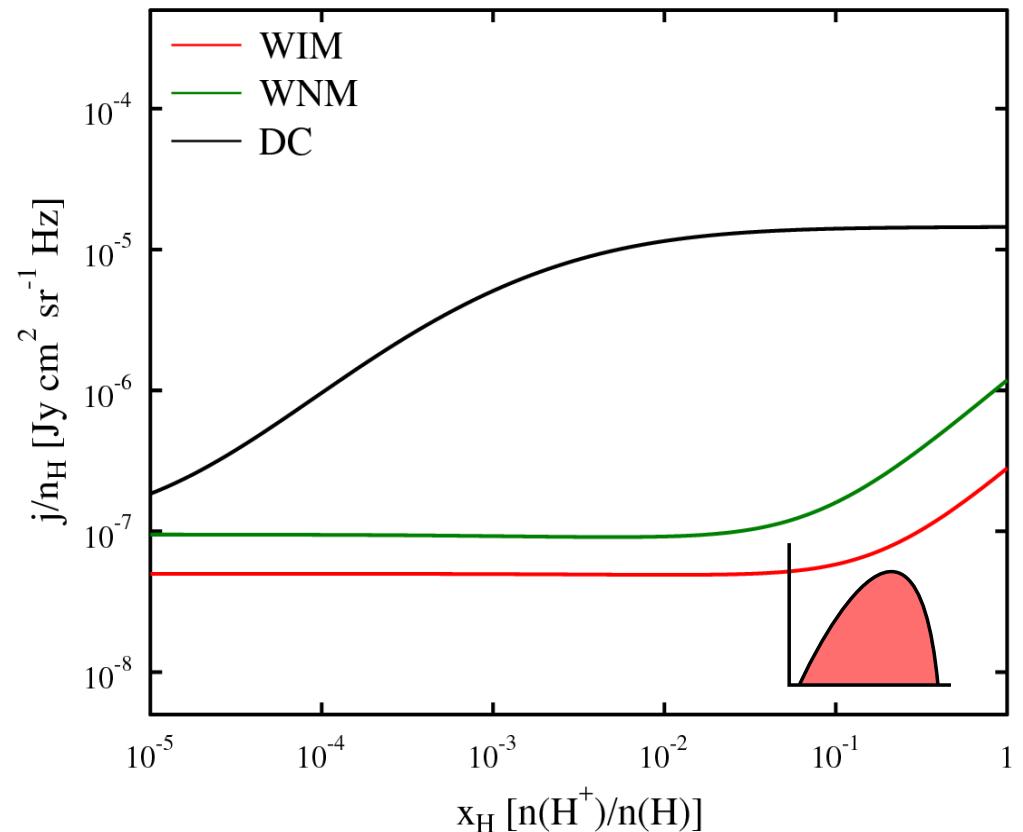
$$[J_i(Z, a) + J_{pe}(Z, a)] f_a(Z) = J_e(Z+1, a) f_a(Z+1)$$



Risultati

→ Effetto della ionizzazione del gas

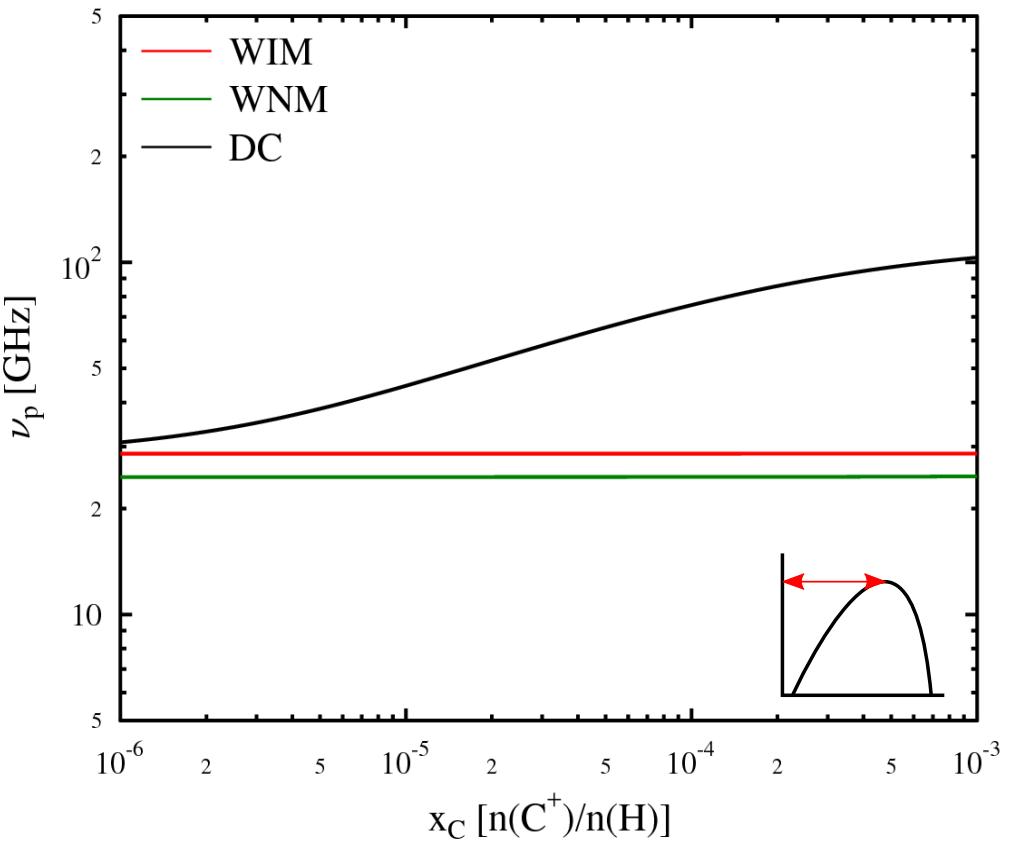
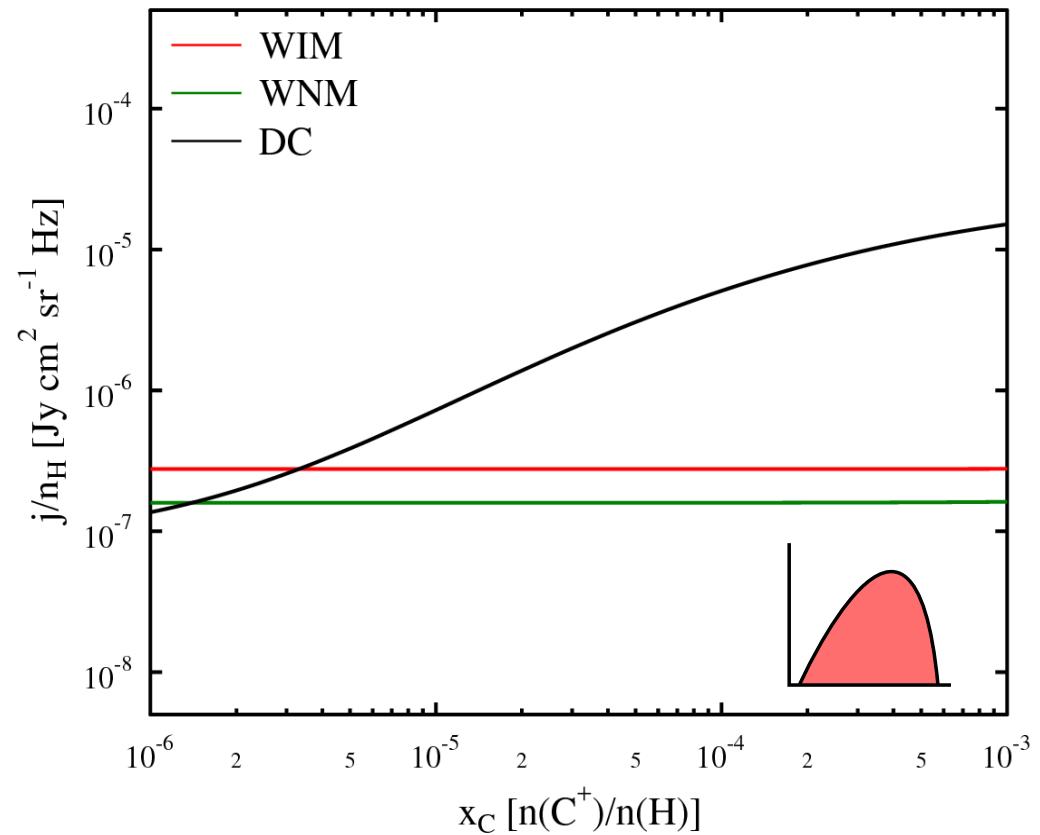
- Ioni idrogeno: $xH = n(H^+)/n(H)$
- Ioni carbonio: $xC = n(C^+)/n(H)$



Risultati

→ Effetto della ionizzazione del gas

- Ioni idrogeno: $xH = n(H^+)/n(H)$
- Ioni carbonio: $xC = n(C^+)/n(H)$

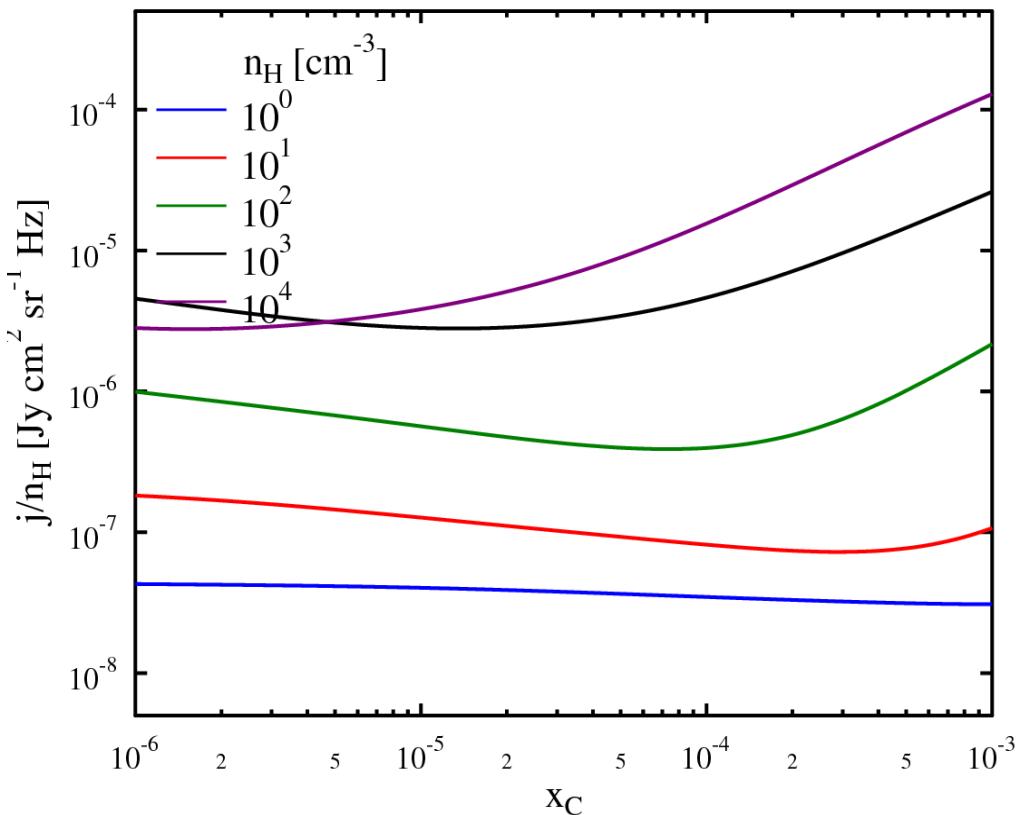
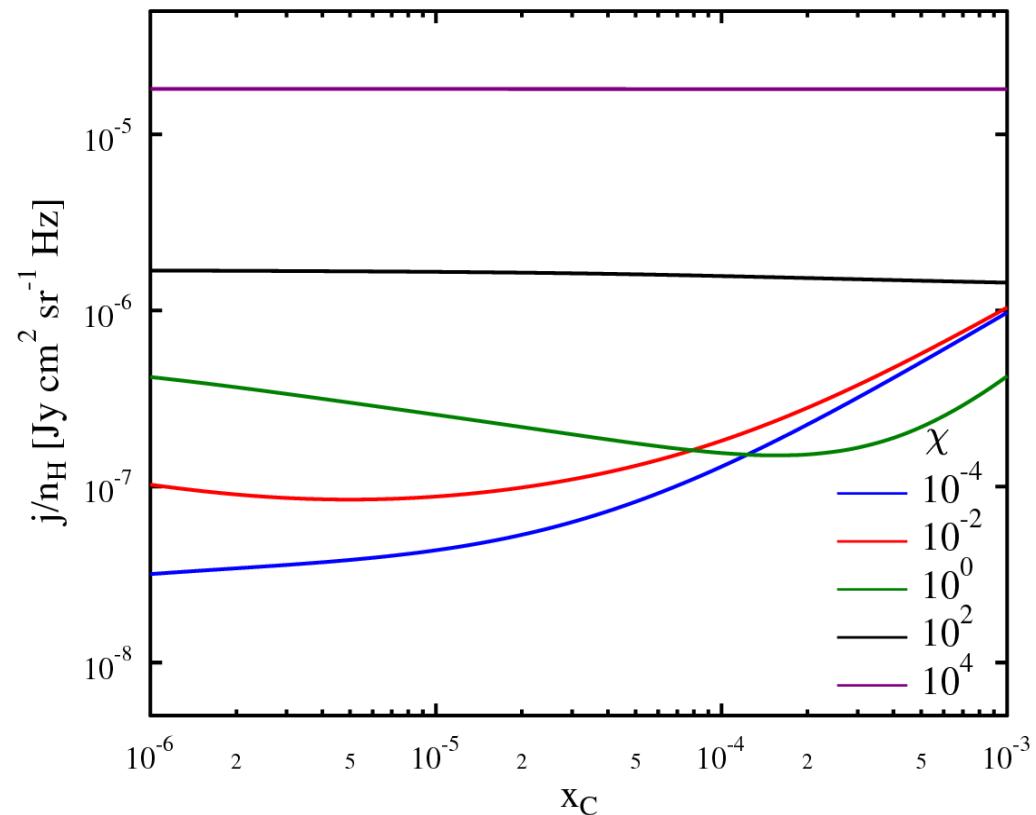


Risultati

→ Gli ioni influenzano molto l'emissione se

- debole radiazione incidente
- alta densità del gas

→ Causa: carica negativa dei grani favorisce collisioni



Conclusione e lavori futuri

- Emissione anomala è ancora poco conosciuta
 - natura dei grani? (Hensley et al. 2015)
 - altri meccanismi di emissione?
- Ho studiato la dipendenza dell'emissione dai parametri
 - Effetto di ogni parametro differente a seconda dell'ambiente
 - Effetti giustificati fisicamente
- Lavori futuri
 - Osservazioni per stabilire le proprietà dei grani
 - Fit con dati sperimentali