

Hidrogênio neutro e gradientes
químicos em NGC 55

Roberto Ortiz, Eraldo M. Rangel
Depto de Física – UFES

Roberto Costa, Walter Maciel, Monica Uchida
IAG/USP

Por que calcular gradientes de abundância?

- Teste de modelos de evolução química da Galáxia
- Comparação entre evolução química entre diferentes galáxias
- Confrontação com modelos de evolução estelar
- Determinação do enriquecimento do meio interestelar
- Etc...

Determinação de abundâncias químicas

- Regiões gasosas fotoionizadas (regiões HII, nebulosas planetárias)
- Modelos de fotoionização (CLOUDY, etc.)
- Determinação empírica (ICF 's=ionization correction factors)

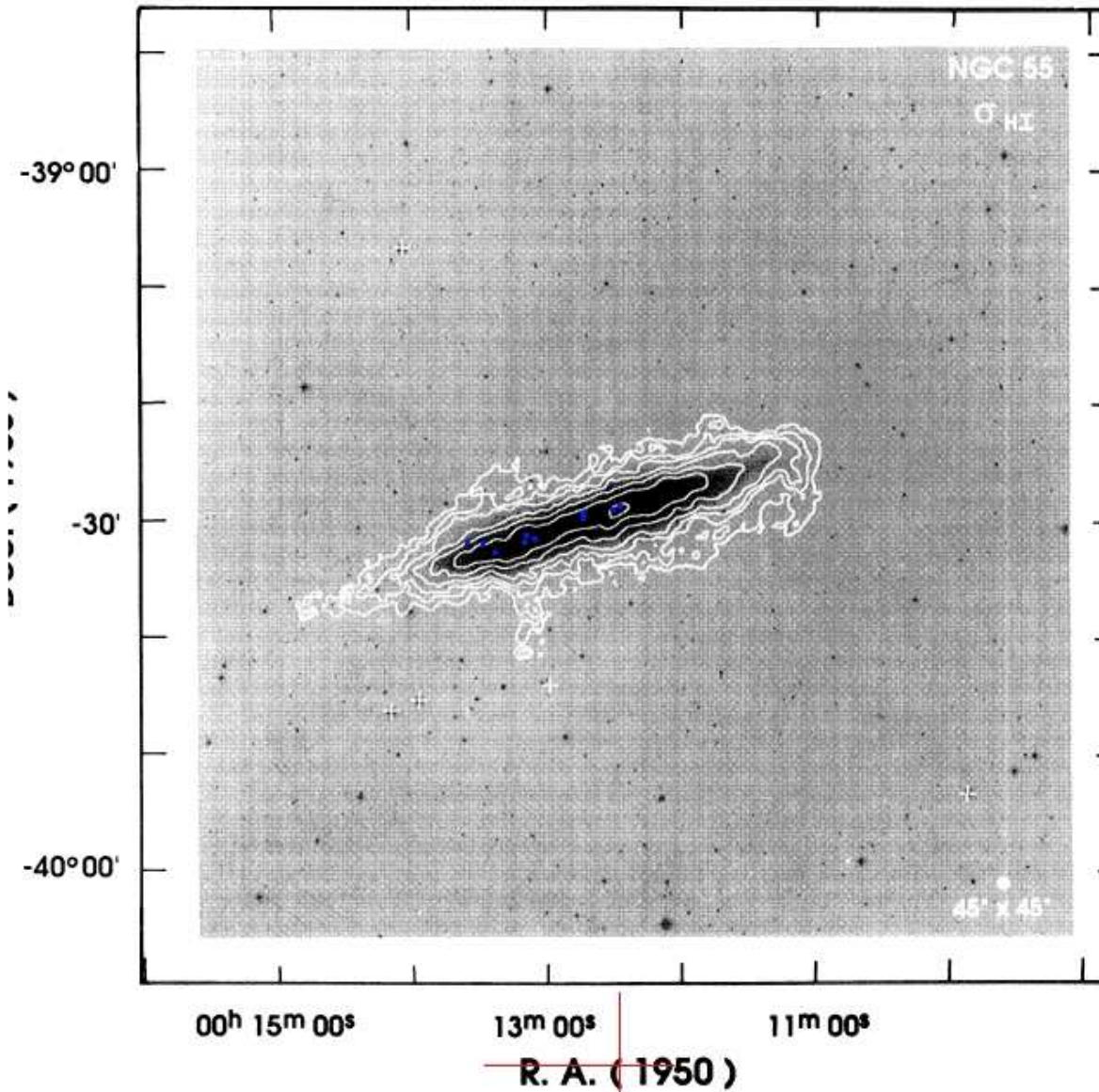
NGC 55

- galáxia anã do grupo de Sculptor ($D=1.6$ Mpc)
- Baixa luminosidade
- Distribuição de gás fortemente assimétrica, com a presença de uma barra
- Alto ângulo de inclinação ($i > 80^\circ$)
- Curva de rotação bastante assimétrica, fortemente ascendente

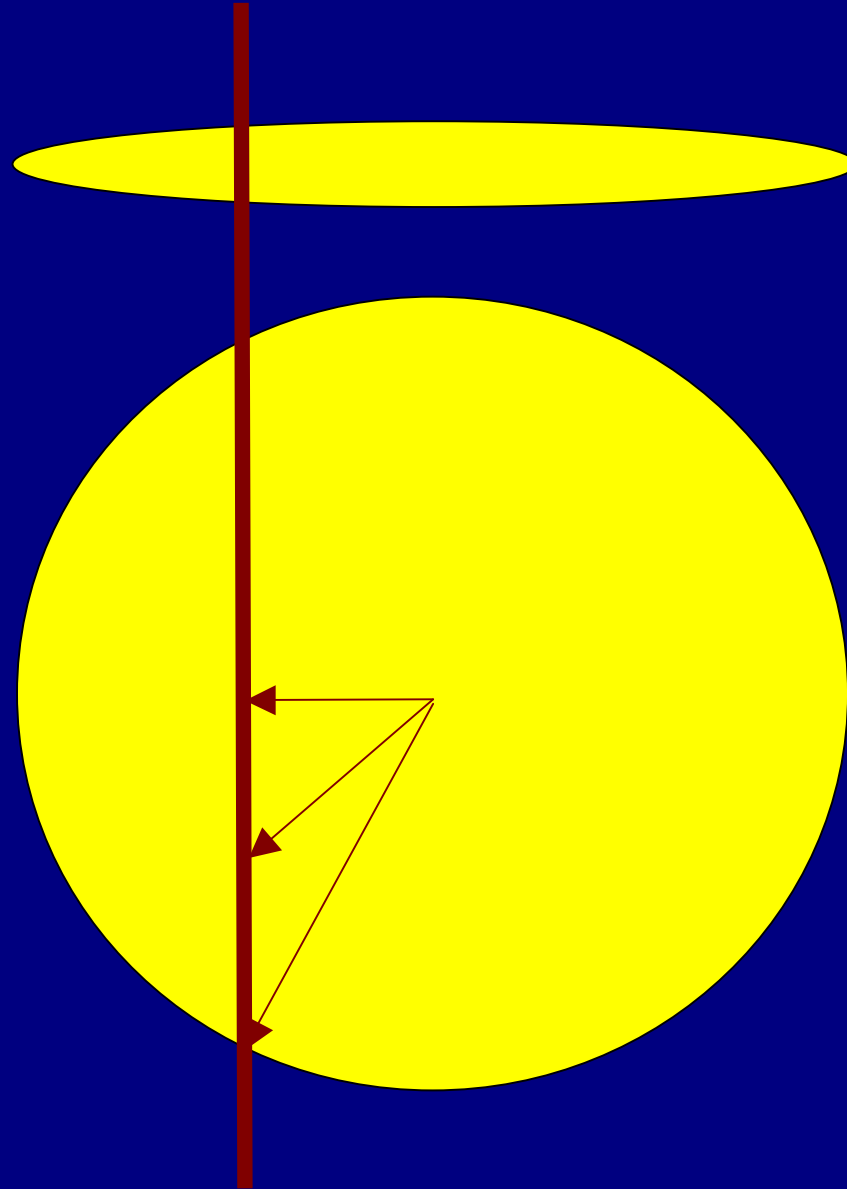
Determinação das abundâncias

- Regiões HII de Webster & Smith (1983) e outras
- Observações com o telescópio de 1.6 m do LNA
- Extinção interestelar determinada através do decremento de Balmer
- Abundâncias químicas determinadas através do método empírico (ICF 's)

Regiões HII em NGC 55



What distance to the galactic centre ?



Modelização da emissão rádio em 21-cm

- Integração da equação do transporte radiativo
- Ajuste do espectro integral em 21-cm
- Ajuste da emissão de 21-cm ao longo do eixo maior
- Determinação da densidade colunar verdadeira, através de integração

Equações de transporte

$$N_H = 1.823 \times 10^{18} \int_0^{\infty} T_b(s, \nu) d\nu$$

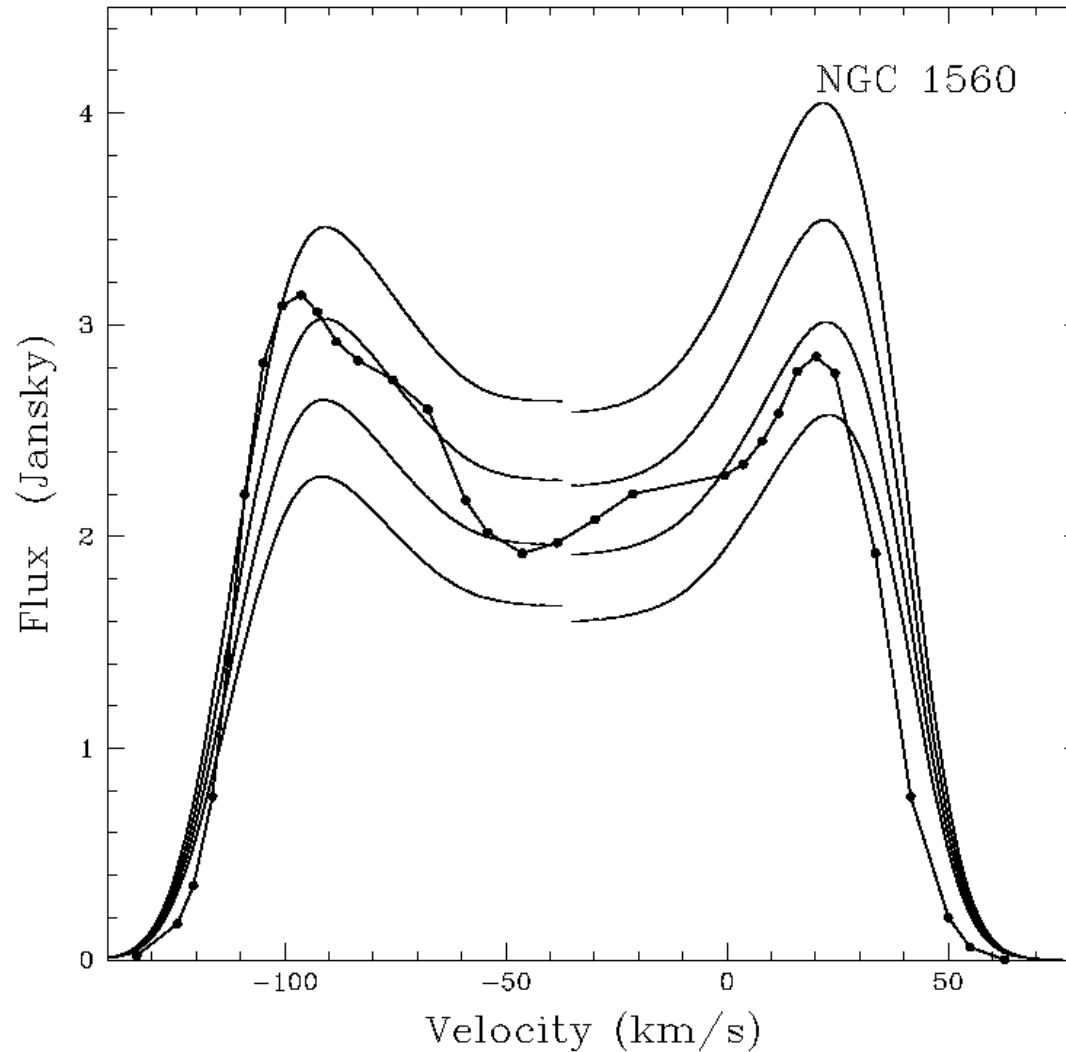
$$N_H = 1.823 \times 10^{18} \int_0^{\infty} T_B(l, b, \nu) \frac{\tau_\nu}{1 - e^{-\tau_\nu}} d\nu$$

$$\tau_\nu = 5.486 \times 10^{-19} \times \int \frac{G(\nu, u_{\text{uvb}}) n(r, z)}{T_{\text{spln}} u_{\text{uvb}}} dl$$

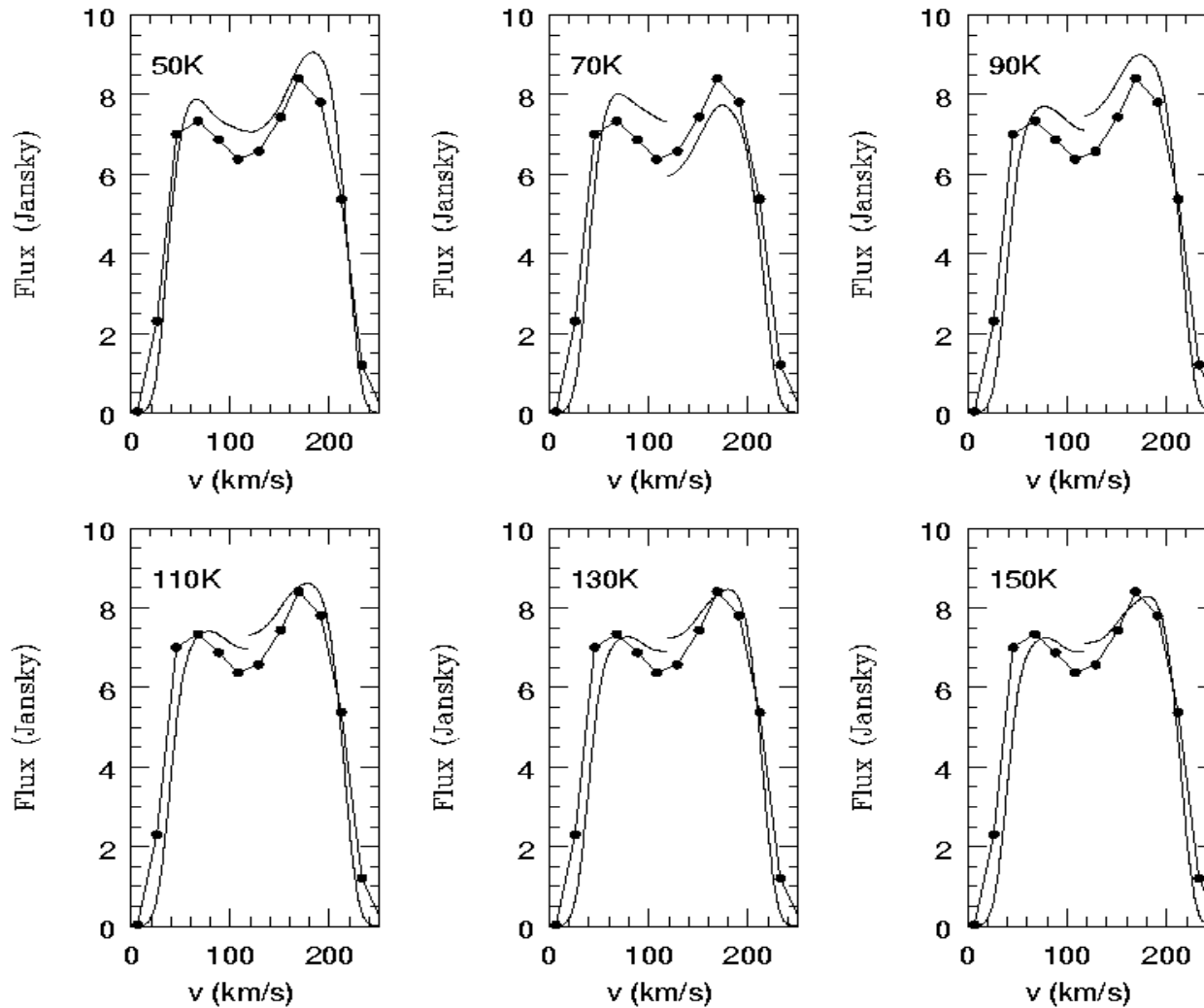
$$T_b = - \int_0^{\tau_\nu} T_{\text{spln}} e^{-\tau_\nu} d\tau_\nu = T_{\text{spln}} (1 - e^{-\tau_\nu})$$

Finding the inclination angle i

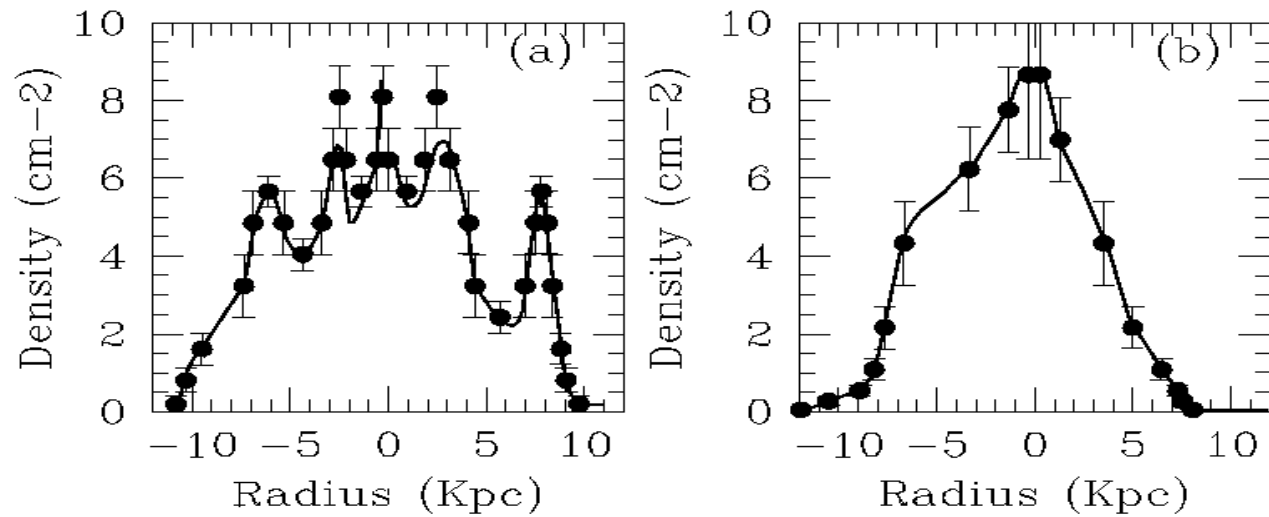
...



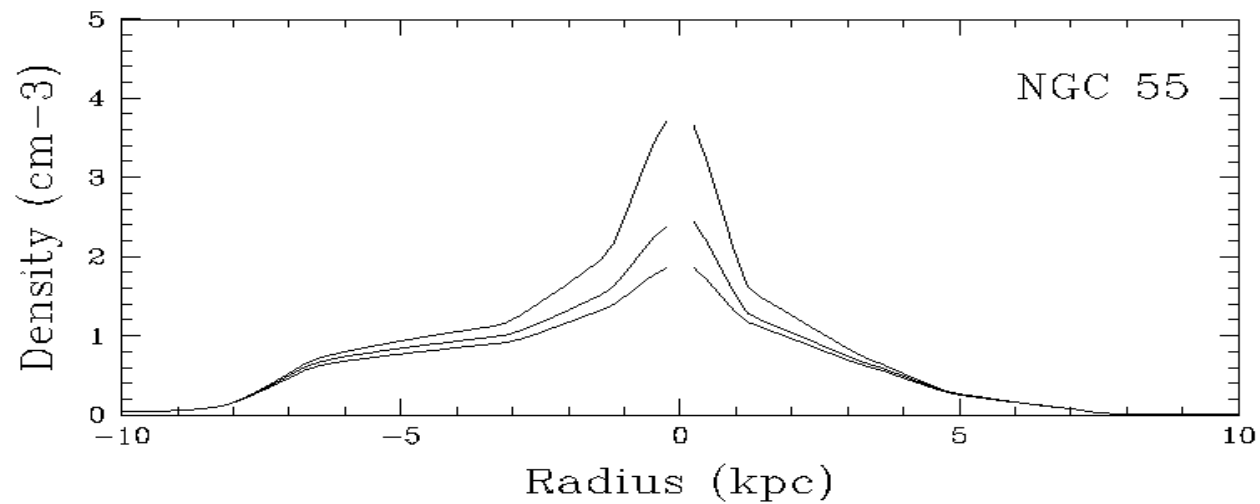
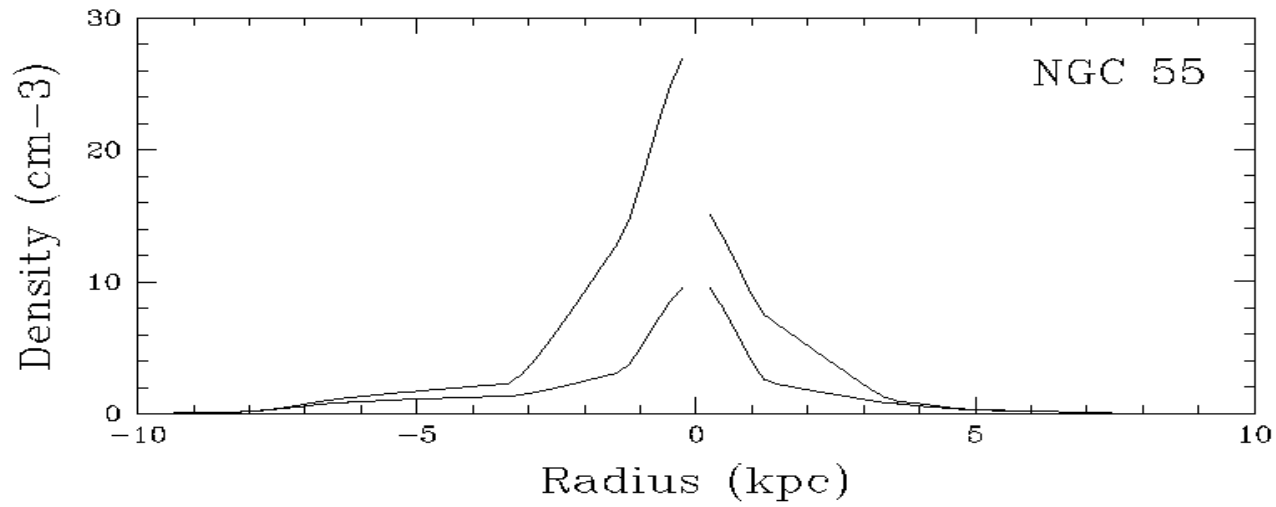
... for each temperature (and side!)



Fitting the column density along the major axis

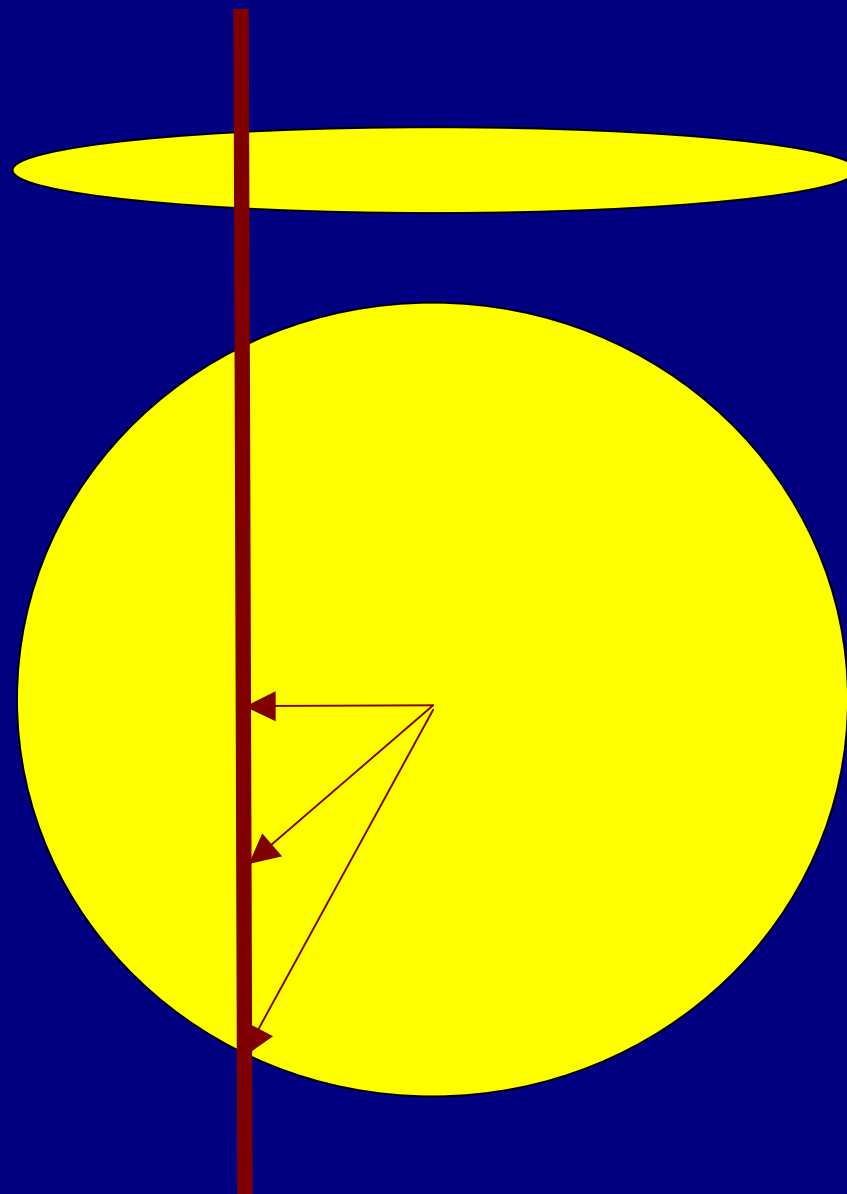


The volume (cm^{-3}) density, at last !



$$N(HI) = 2.43 \times 10^{21} A_V$$

$$dN(HI) = n(r, z) dl$$



Distâncias galactocêntricas e abundâncias

Obj.	r (geo) [Ar/H]	r (T=70 K)	r(T=110K)	r(T=150K)	[O/H]	[N/H]
ws1	0.23 7.00	3.3-5.6 7.55	1.0-3.4 5.58	0.7-4.1		
ws2	0.13 8.16	4.9-6.3 8.20	2.6-4.5 6.21	3.1-5.4		
n2	1.64	---	---	---	8.01	6.55 5.90
n4	1.70	---	---	---	7.52	6.53 5.87
n6	4.26 5.78	---	---	---	7.64	---
ws3	4.67 7.76	6.1-6.2 6.63	4.8-4.9 5.94	5.3-5.5		
ws4	4.85	---	---	---	7.18	6.62 6.04
n12	6.42 8.28	6.6-6.8 6.81	6.4-6.6 6.56	6.4-6.6		

Massa de hidrogênio atômico

- $T=150\text{K} \Rightarrow M(\text{HI})=1.3 \times 10^9 M_{\text{sun}}$
- $T=130\text{K} \Rightarrow M(\text{HI})=1.4 \times 10^9 M_{\text{sun}}$
- $T=110\text{K} \Rightarrow M(\text{HI})=1.6 \times 10^9 M_{\text{sun}}$
- $T=90\text{K} \Rightarrow M(\text{HI})=1.9 \times 10^9 M_{\text{sun}}$
- $T=70\text{K} \Rightarrow M(\text{HI})=4.4 \times 10^9 M_{\text{sun}}$

Conclusões

- Determinamos a distribuição de gás (HI) em NGC 55, integrando a equação do transporte radiativo
- Se NGC 55 tiver gás frio ($T_{\text{spin}} = 70 \text{ K}$), então é possível que a quantidade total de gás neutro seja até 3 vezes maior do que o valor geralmente aceito
- Obtivemos abundâncias de 10 regiões HII em NGC 55, por meio de observações no LNA
- Utilizando a distribuição espacial de HI, calculamos a posição de 10 regiões HII observadas

Mais conclusões

- Observamos que as distâncias projetadas não correspondem, na maioria dos casos, às distâncias galactocêntricas
- É necessário reobservar NGC 55 à procura de mais regiões HII próximas ao centro para se obter gradientes de abundâncias
- Procura de regiões HII fora do plano galáctico (Tullman et al., 2003): formação deflagrada por onda de choque de supernova?
- Efeito warp: $i=81^\circ$ (appr.), $i=86^\circ$ (receding)