

# Introduzione alla Cosmologia

## Fisica

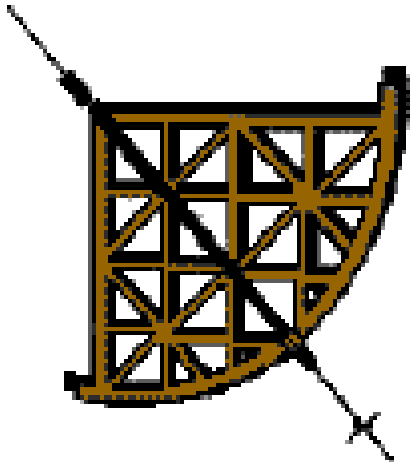
### Lezione 5

I fatti osservativi, le componenti dell'Universo: stelle e pianeti, polveri, gas, campi magnetici, particelle e radiazione.

Giorgio G.C. Palumbo

Università degli Studi di Bologna

Dipartimento di Astronomia

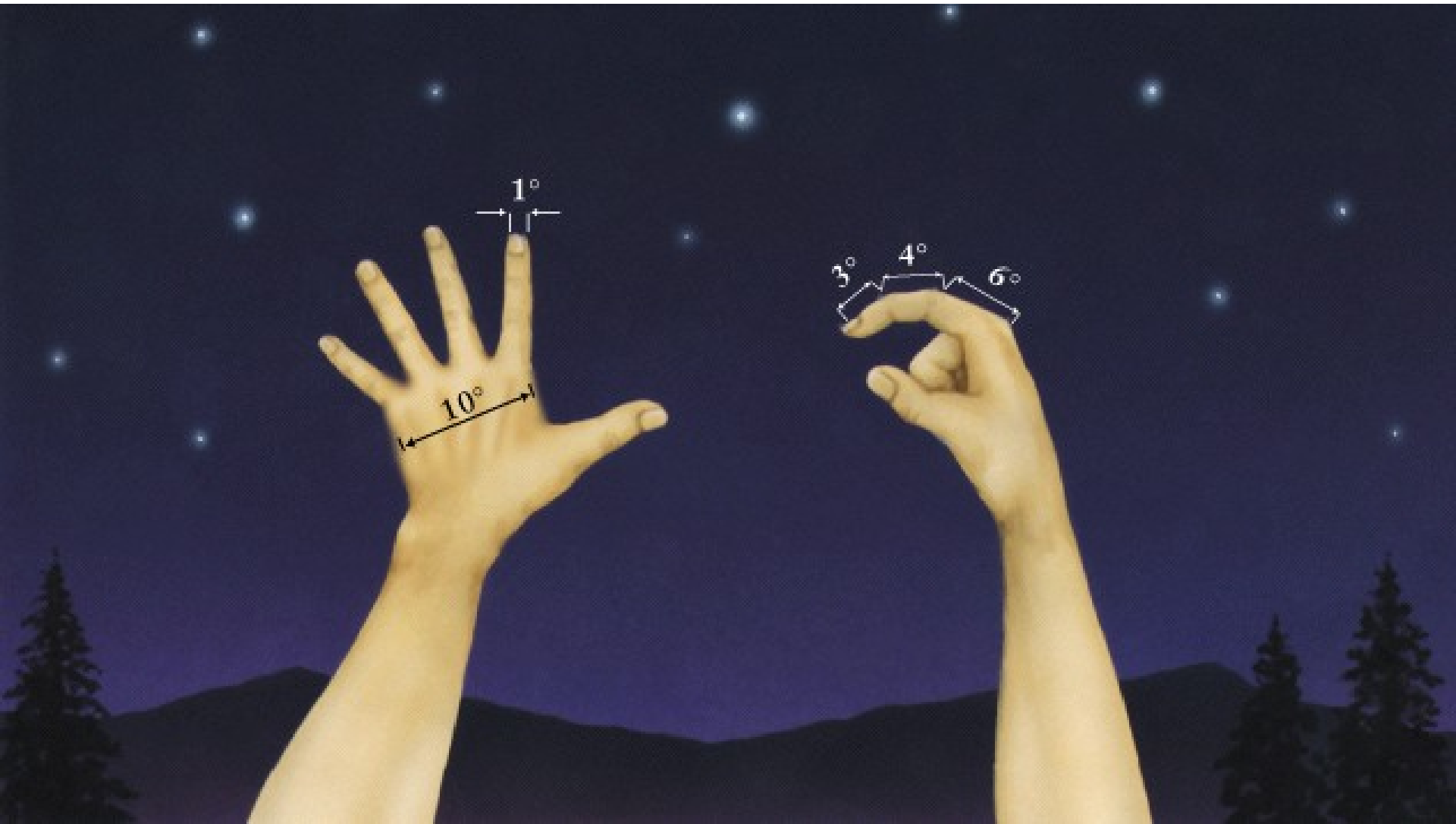






# Dimensioni angolari

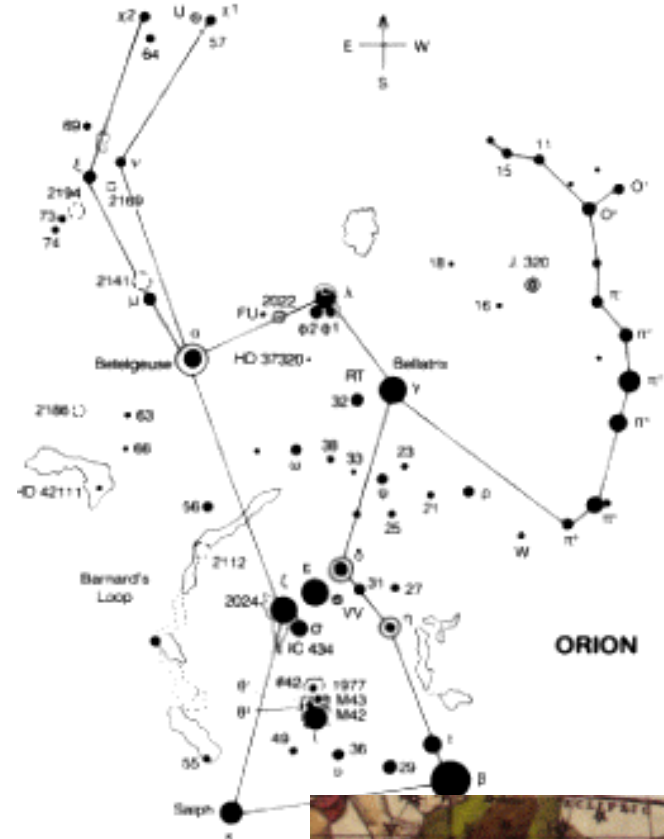
- 1 cerchio = 360 gradi
- 1 grado = 60 minuti
- Diametro del Sole (o della Luna) circa mezzo grado
- 1 minuto = 60 secondi d'arco
- Giove è circa 45 secondi d'arco
  
- 1 secondo d'arco è l'angolo sotteso da una moneta di 10 cent. a 5 Km.
- La Terra ruota  
360 gradi/24 ore cioè  
15 gradi all'ora



Polaris



# Orione

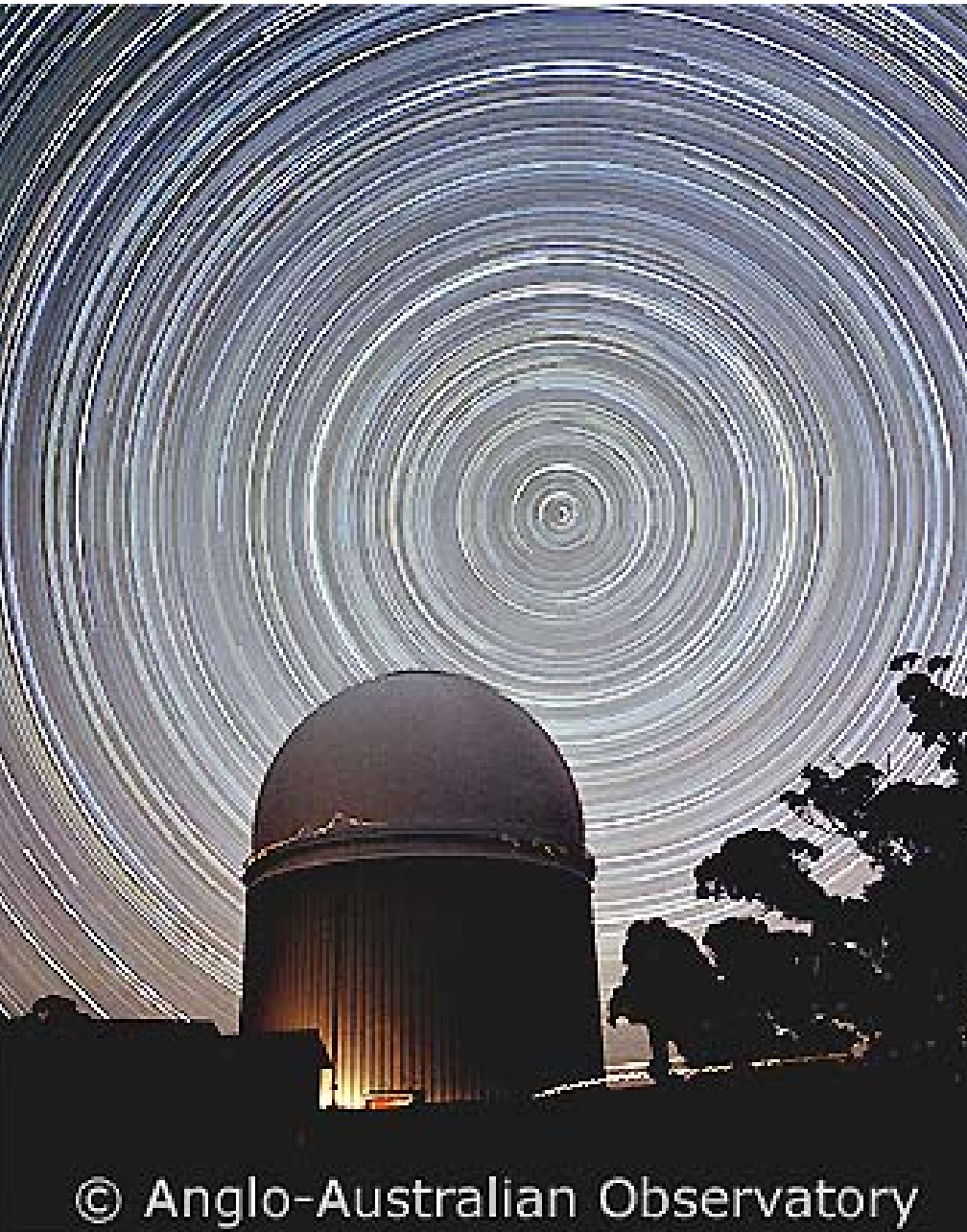


# Rotazione del cielo Nord



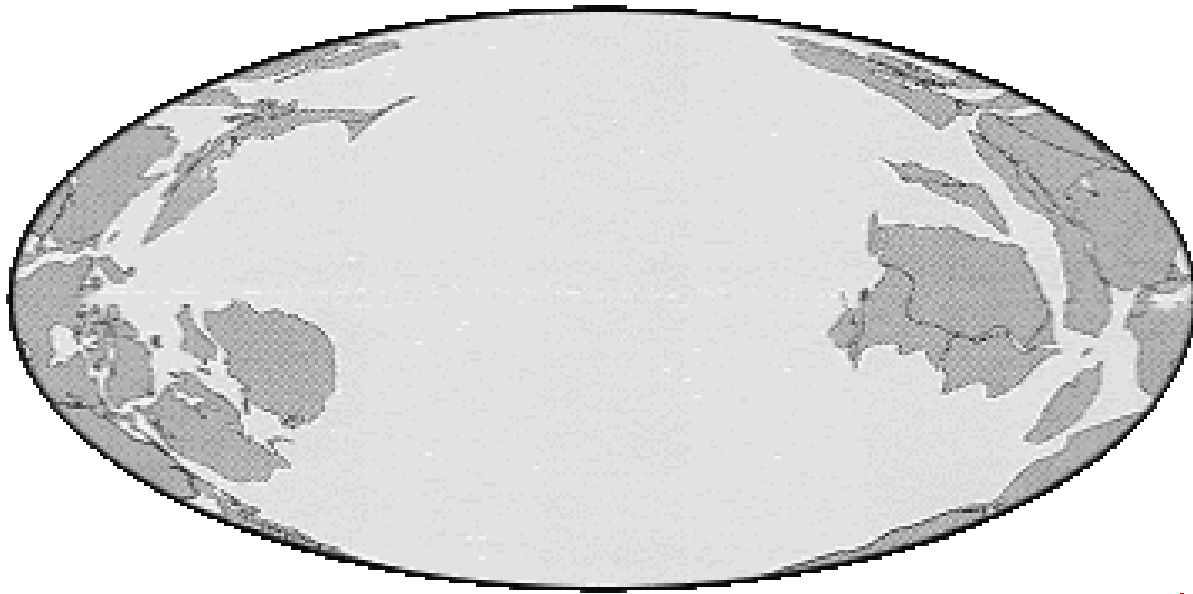
Polaris

# Rotazione del cielo Sud



Polaris?

# La Terra come Pianeta



Milioni di anni fa



# Copernicus

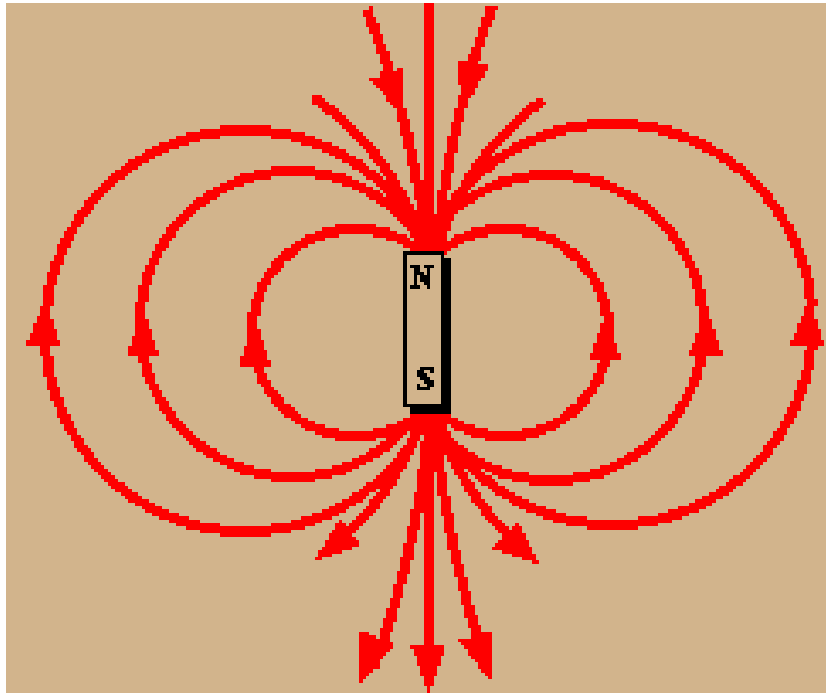


# Tavola Periodica

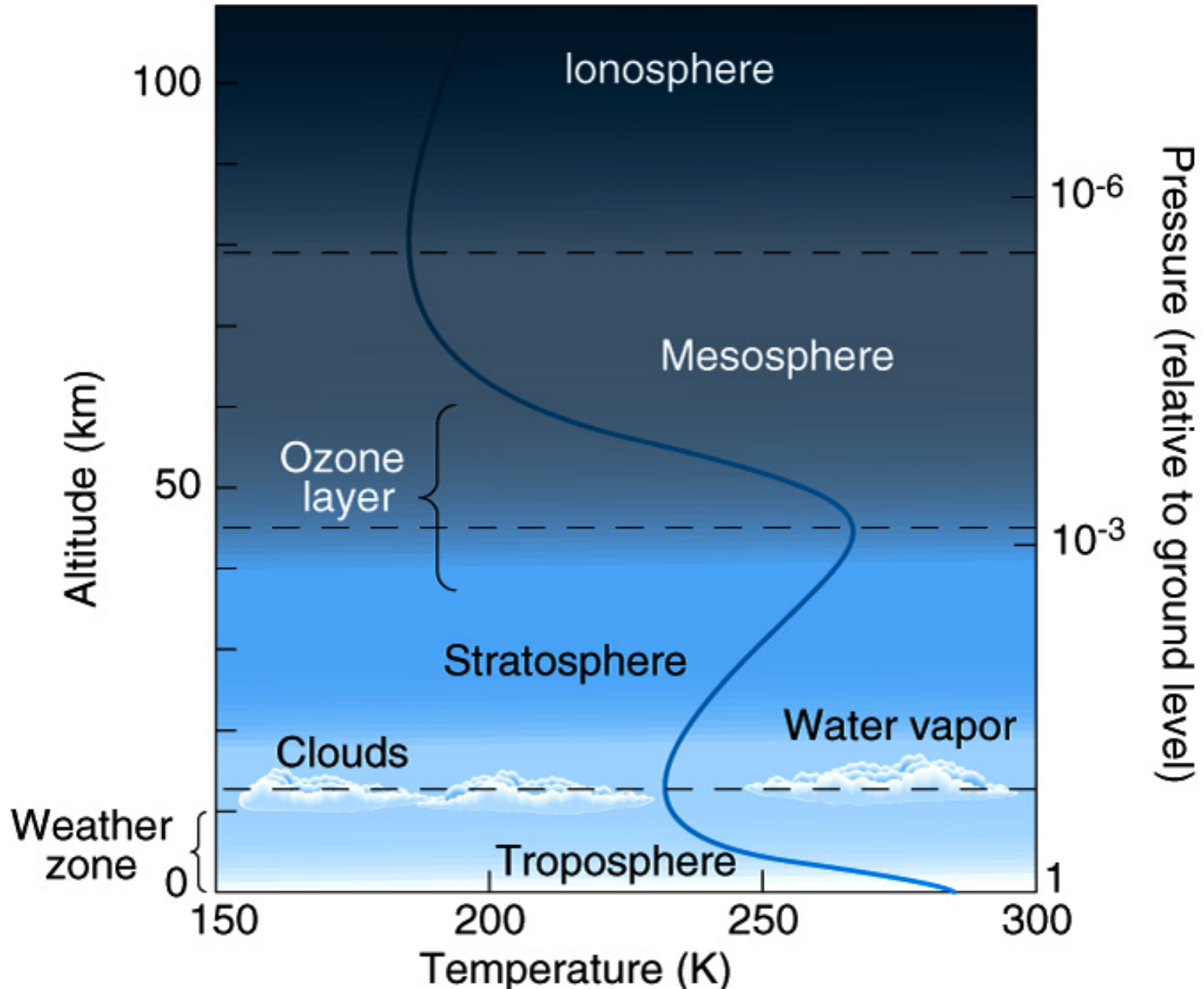
1	1 <u>H</u> 1.008	2 IIA 2A											13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	2 <u>He</u> 4.003
2	3 <u>Li</u> 6.941	4 <u>Be</u> 9.012											5 <u>B</u> 10.81	6 <u>C</u> 12.01	7 <u>N</u> 14.01	8 <u>O</u> 16.00	9 <u>F</u> 19.00	10 <u>Ne</u> 20.18
3	11 <u>Na</u> 22.99	12 <u>Mg</u> 24.31	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 ----- ----- ----- 8	9 ----- ----- ----- -----	10 VIII	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 <u>Al</u> 26.98	14 <u>Si</u> 28.09	15 <u>P</u> 30.97	16 <u>S</u> 32.07	17 <u>Cl</u> 35.45	18 <u>Ar</u> 39.95
4	19 <u>K</u> 39.10	20 <u>Ca</u> 40.08	21 <u>Sc</u> 44.96	22 <u>Ti</u> 47.88	23 <u>V</u> 50.94	24 <u>Cr</u> 52.00	25 <u>Mn</u> 54.94	26 <u>Fe</u> 55.85	27 <u>Co</u> 58.47	28 <u>Ni</u> 58.69	29 <u>Cu</u> 63.55	30 <u>Zn</u> 65.39	31 <u>Ga</u> 69.72	32 <u>Ge</u> 72.59	33 <u>As</u> 74.92	34 <u>Se</u> 78.96	35 <u>Br</u> 79.90	36 <u>Kr</u> 83.80
5	37 <u>Rb</u> 85.47	38 <u>Sr</u> 87.62	39 <u>Y</u> 88.91	40 <u>Zr</u> 91.22	41 <u>Nb</u> 92.91	42 <u>Mo</u> 95.94	43 <u>Tc</u> (98)	44 <u>Ru</u> 101.1	45 <u>Rh</u> 102.9	46 <u>Pd</u> 106.4	47 <u>Ag</u> 107.9	48 <u>Cd</u> 112.4	49 <u>In</u> 114.8	50 <u>Sn</u> 118.7	51 <u>Sb</u> 121.8	52 <u>Te</u> 127.6	53 <u>I</u> 126.9	54 <u>Xe</u> 131.3
6	55 <u>Cs</u> 132.9	56 <u>Ba</u> 137.3	57 <u>La*</u> 138.9	72 <u>Hf</u> 178.5	73 <u>Ta</u> 180.9	74 <u>W</u> 183.9	75 <u>Re</u> 186.2	76 <u>Os</u> 190.2	77 <u>Ir</u> 190.2	78 <u>Pt</u> 195.1	79 <u>Au</u> 197.0	80 <u>Hg</u> 200.5	81 <u>Tl</u> 204.4	82 <u>Pb</u> 207.2	83 <u>Bi</u> 209.0	84 <u>Po</u> (210)	85 <u>At</u> (210)	86 <u>Rn</u> (222)
7	87 <u>Fr</u> (223)	88 <u>Ra</u> (226)	89 <u>Ac~</u> (227)	104 <u>Rf</u> (257)	105 <u>Db</u> (260)	106 <u>Sg</u> (263)	107 <u>Bh</u> (262)	108 <u>Hs</u> (265)	109 <u>Mt</u> (266)	110 --- 0	111 --- 0	112 --- 0		114 --- 0		116 --- 0		118 --- 0

# Campo Magnetico Terrestre

- Ha il “Nord” un pò spostato rispetto al Nord geografico.
- Inversioni di polarità irregolari, l'ultima volta 600,000 anni fa.
- Proteggono la Terra le fasce di Van Allen.



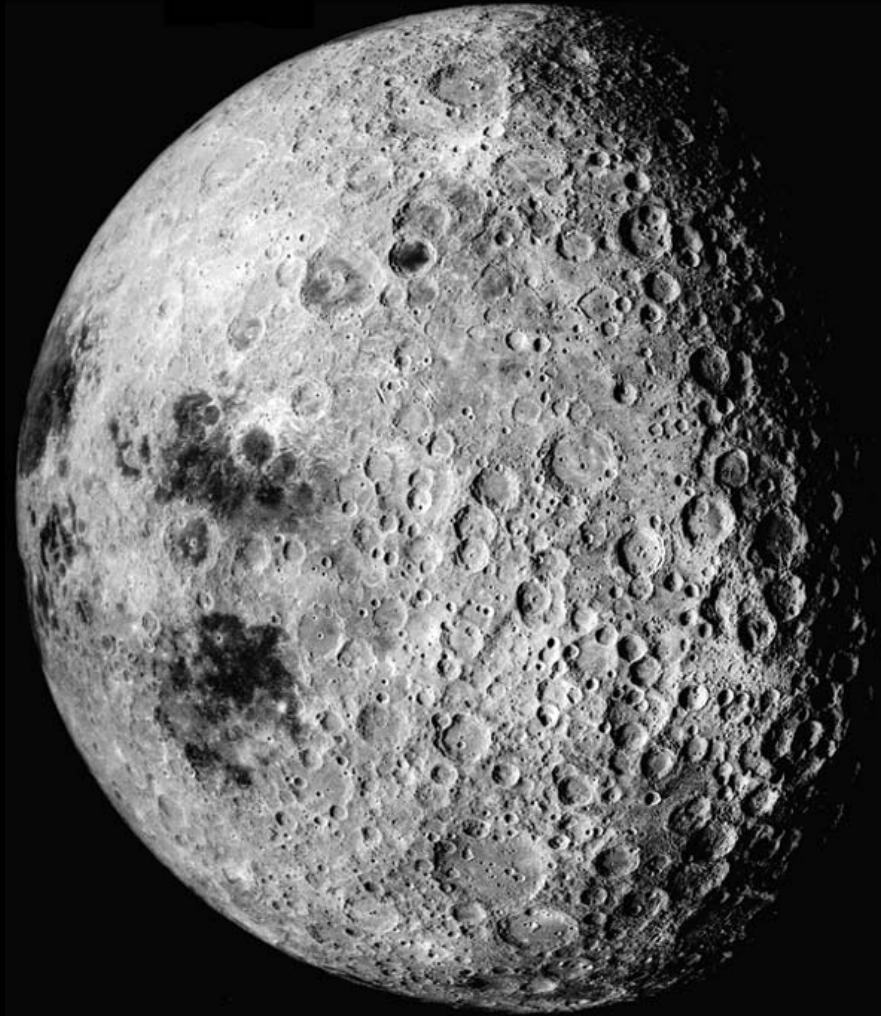
# Strati dell'Atmosfera



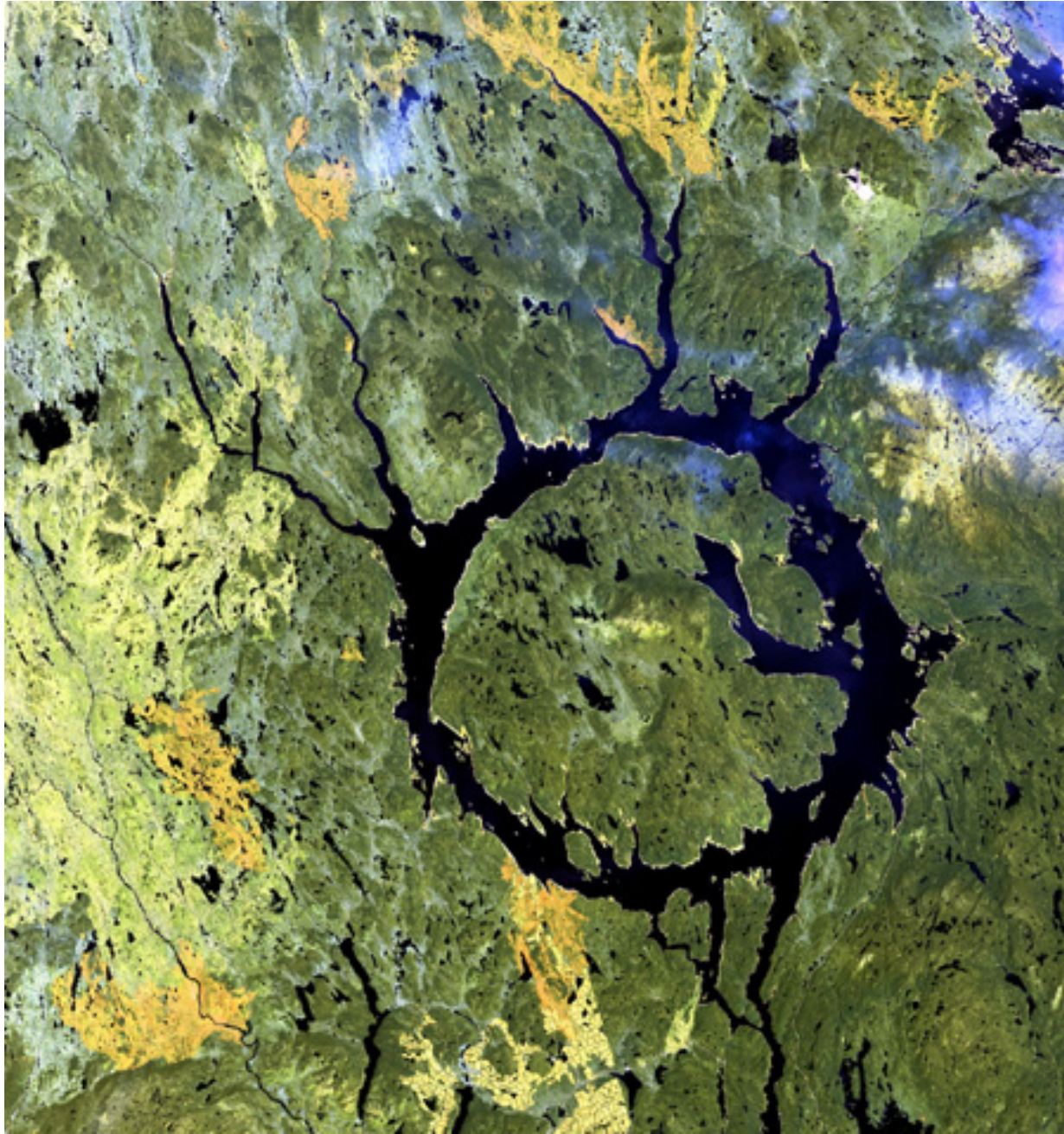
# Luna

Parte che vediamo

Parte nascosta



# Cratere Manicouagan in Quebec, Canada, 100 km



Clearwater Lakes anche in Quebec, Canada  
26 km (290 Milioni di anni fa)



Winslow, Arizona.

Impatto di 50,000 anni fa con meteorite di 50 m che ha colpito il suolo a 40,000 km/h.

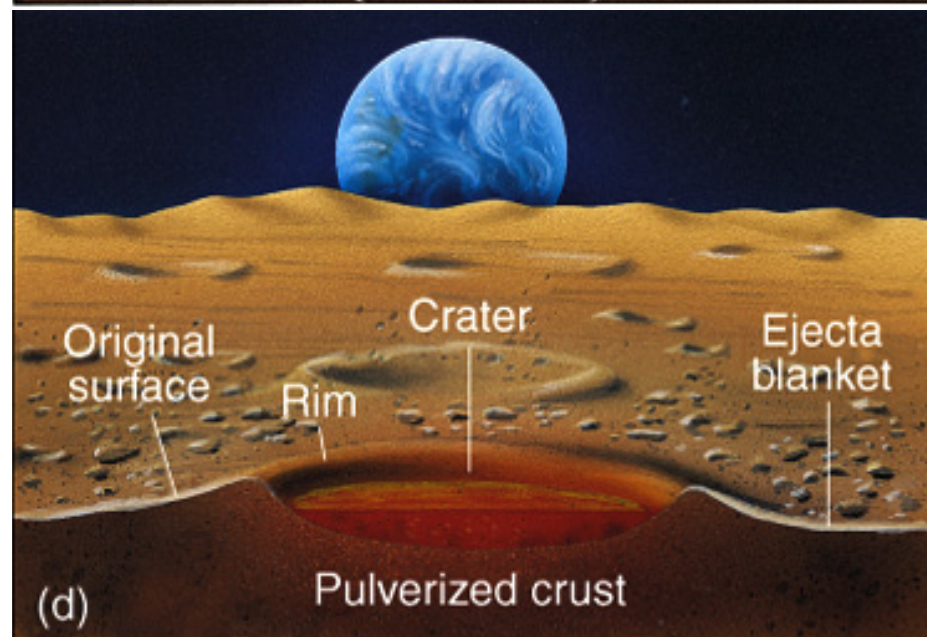
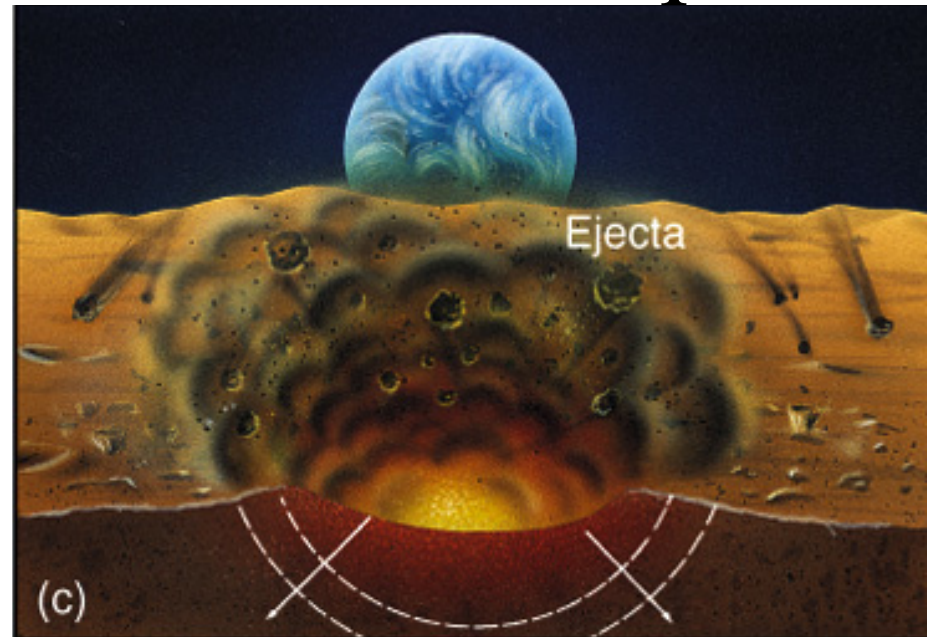
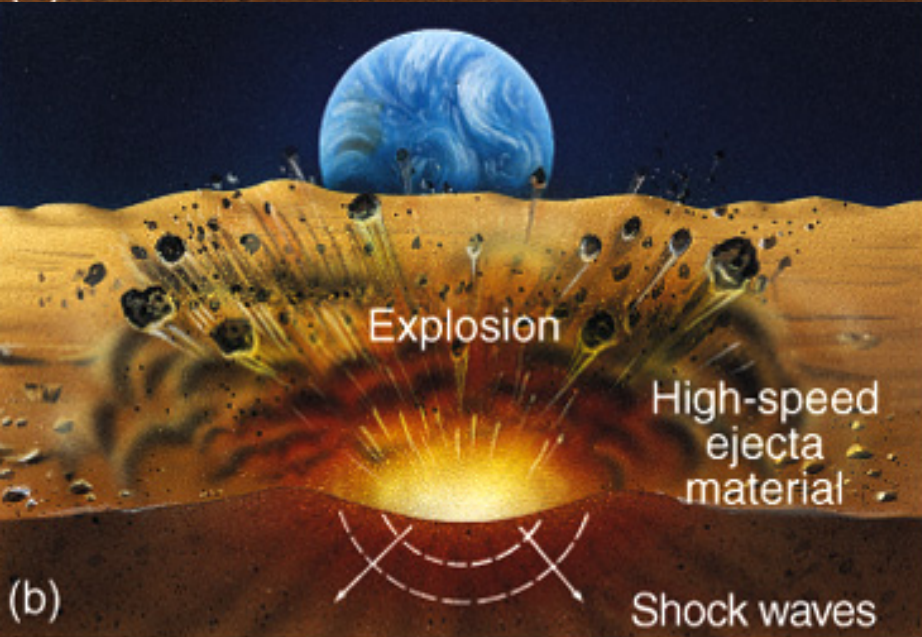
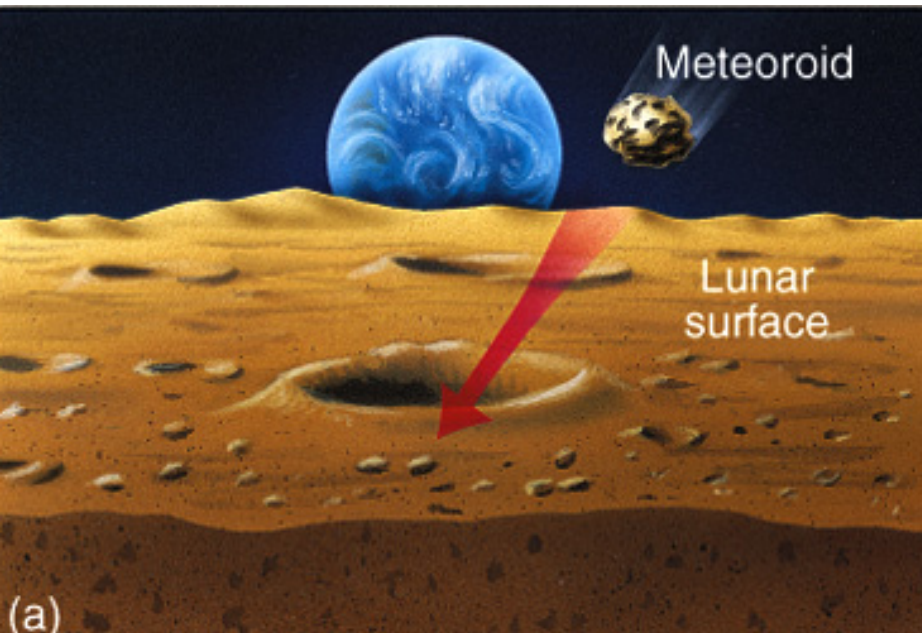
Energia equivalente a una bomba all'idrogeno da 20 megatoni.

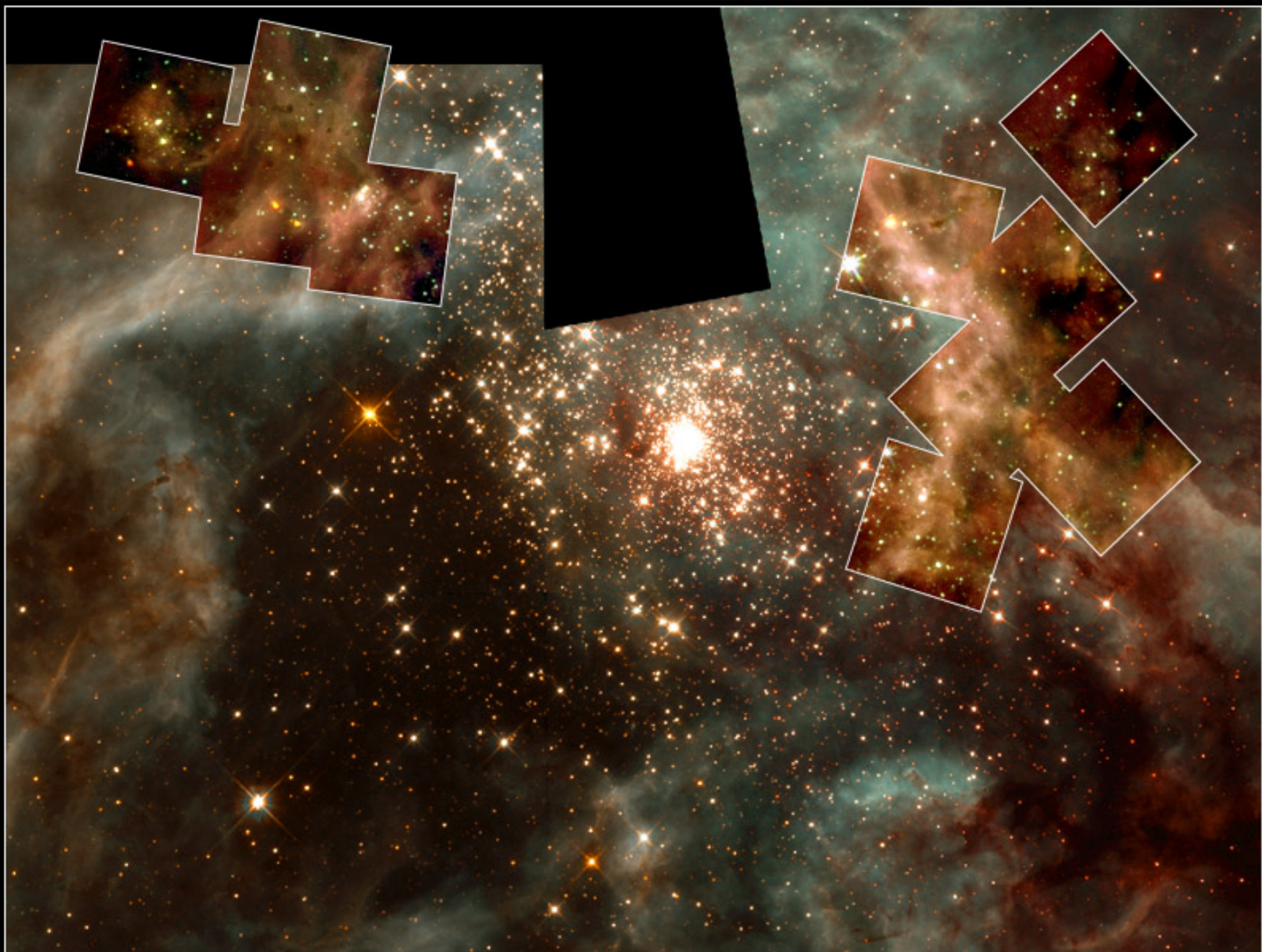




Nevada – Nuclear Test 100 kt

# Crateri d'impatto

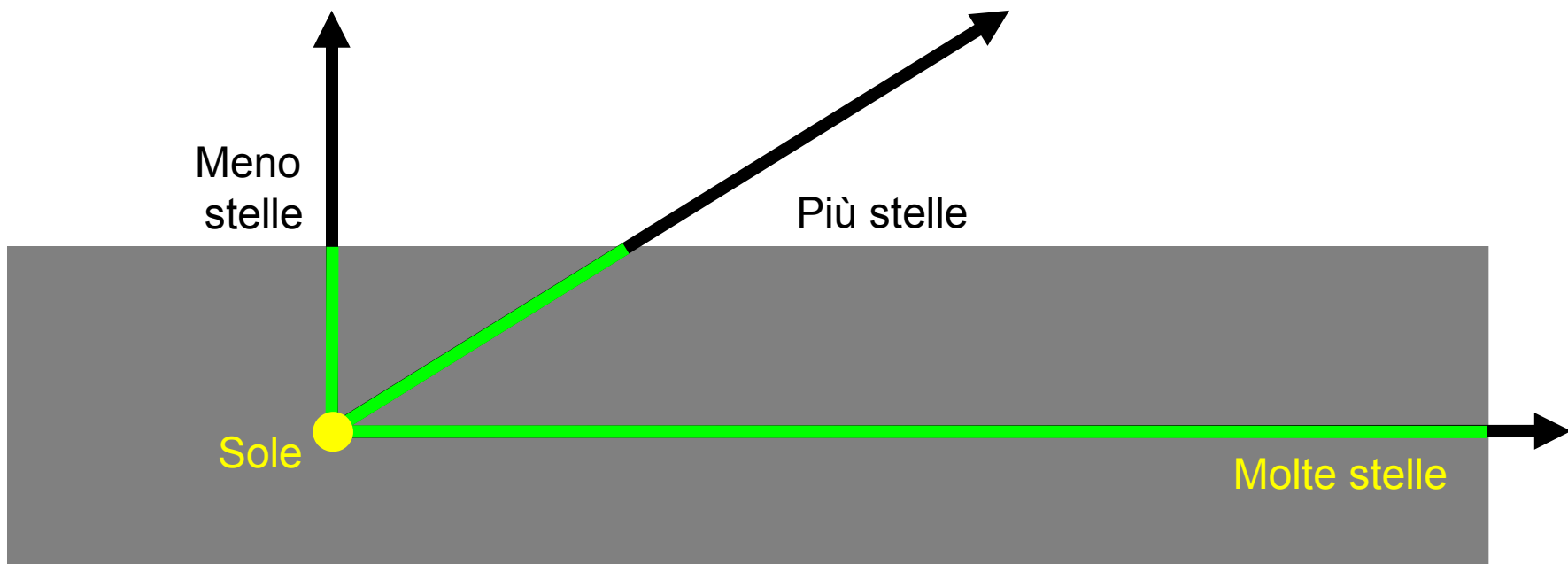
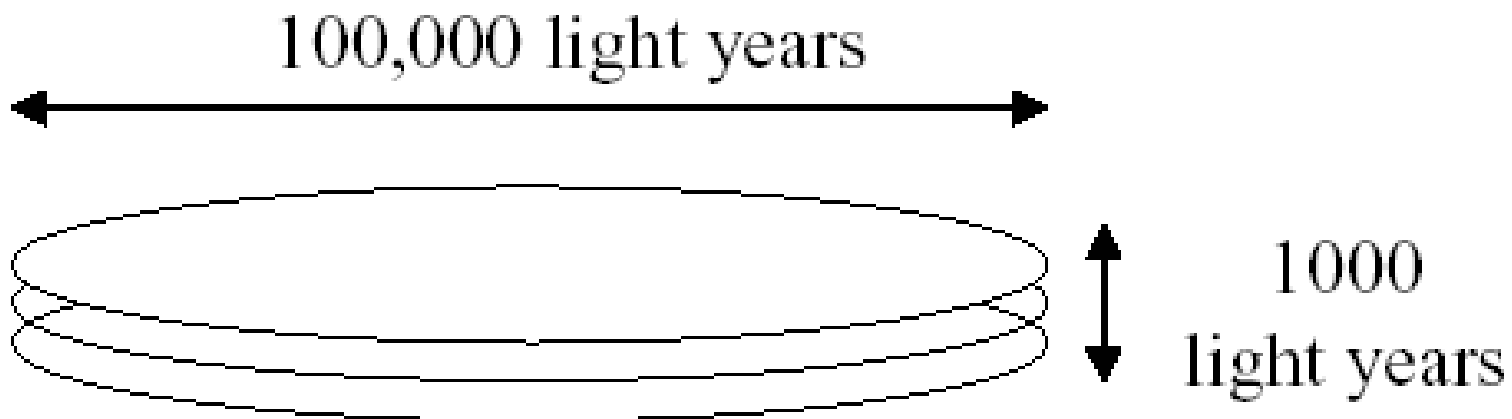




**30 Doradus Nebula in the LMC**

**HST • WFPC2 • NICMOS**

PRC99-33a • STScI OPO • N. Walborn (STScI), R. Barbá (La Plata Observatory) and NASA



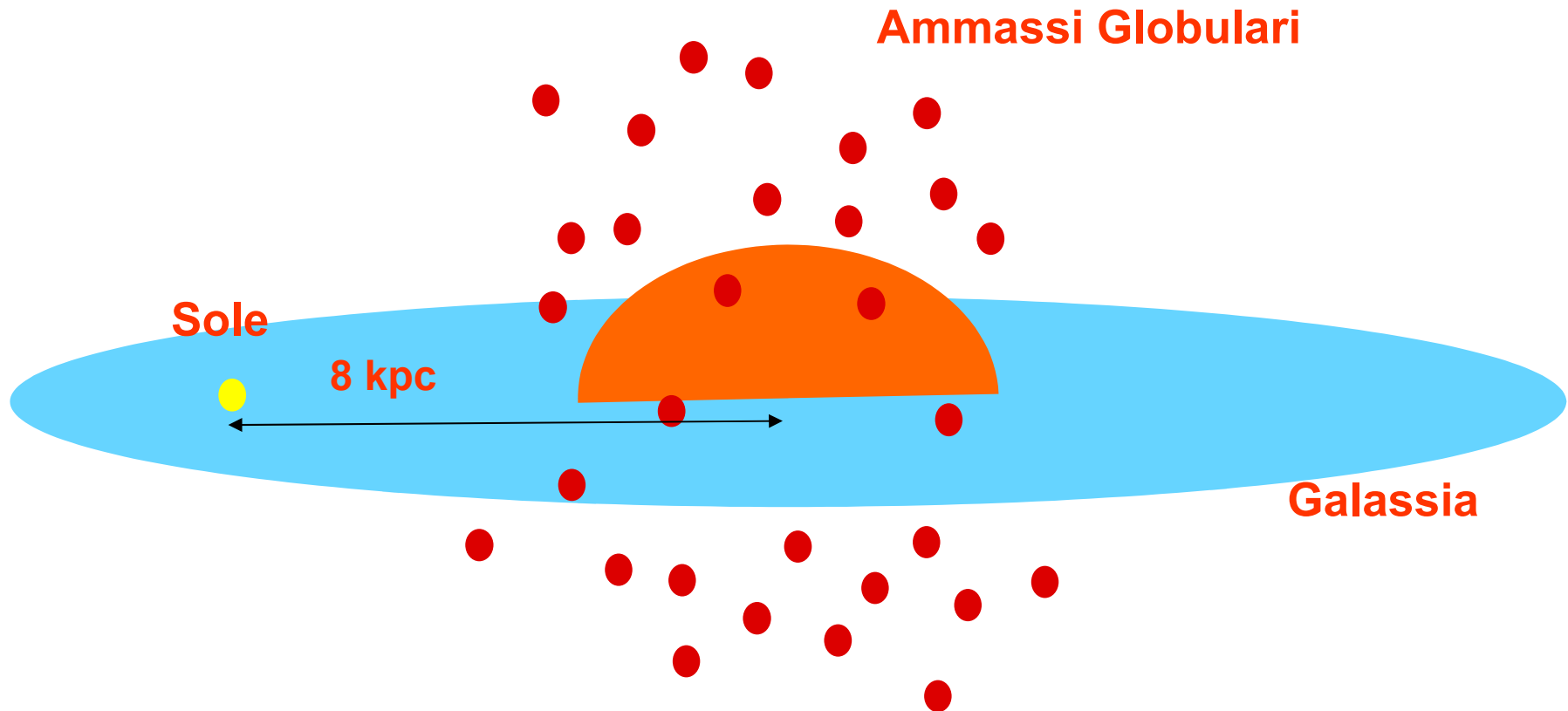
# Ammassi Globulari

- $10^5 - 10^6$  stelle ognuno
- Tutte circa della stessa età– 10 miliardi di anni!
- Generalmente fuori dal disco della Galassia
- Noti circa 150 per la nostra Galassia

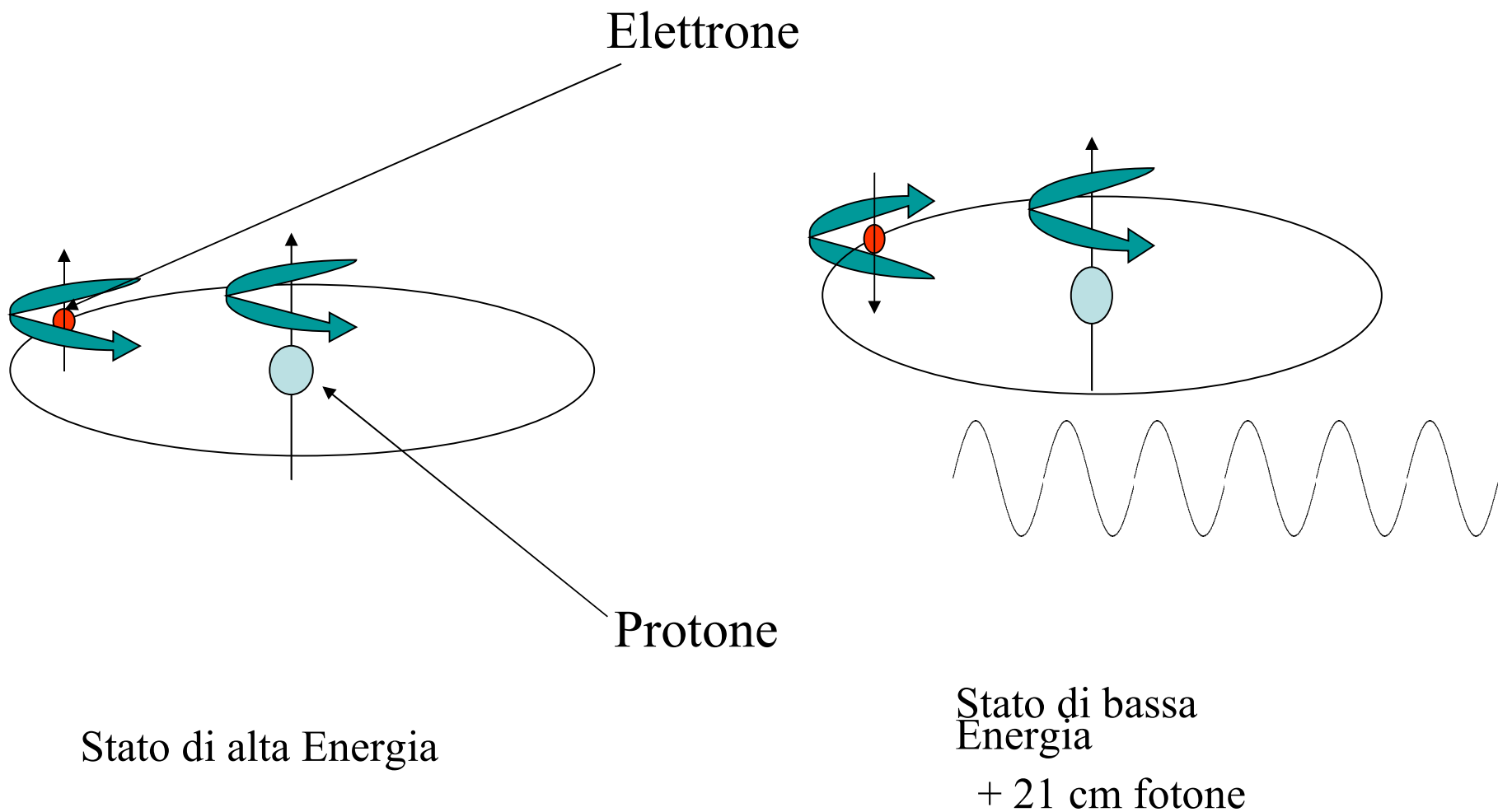


# Dove siamo noi

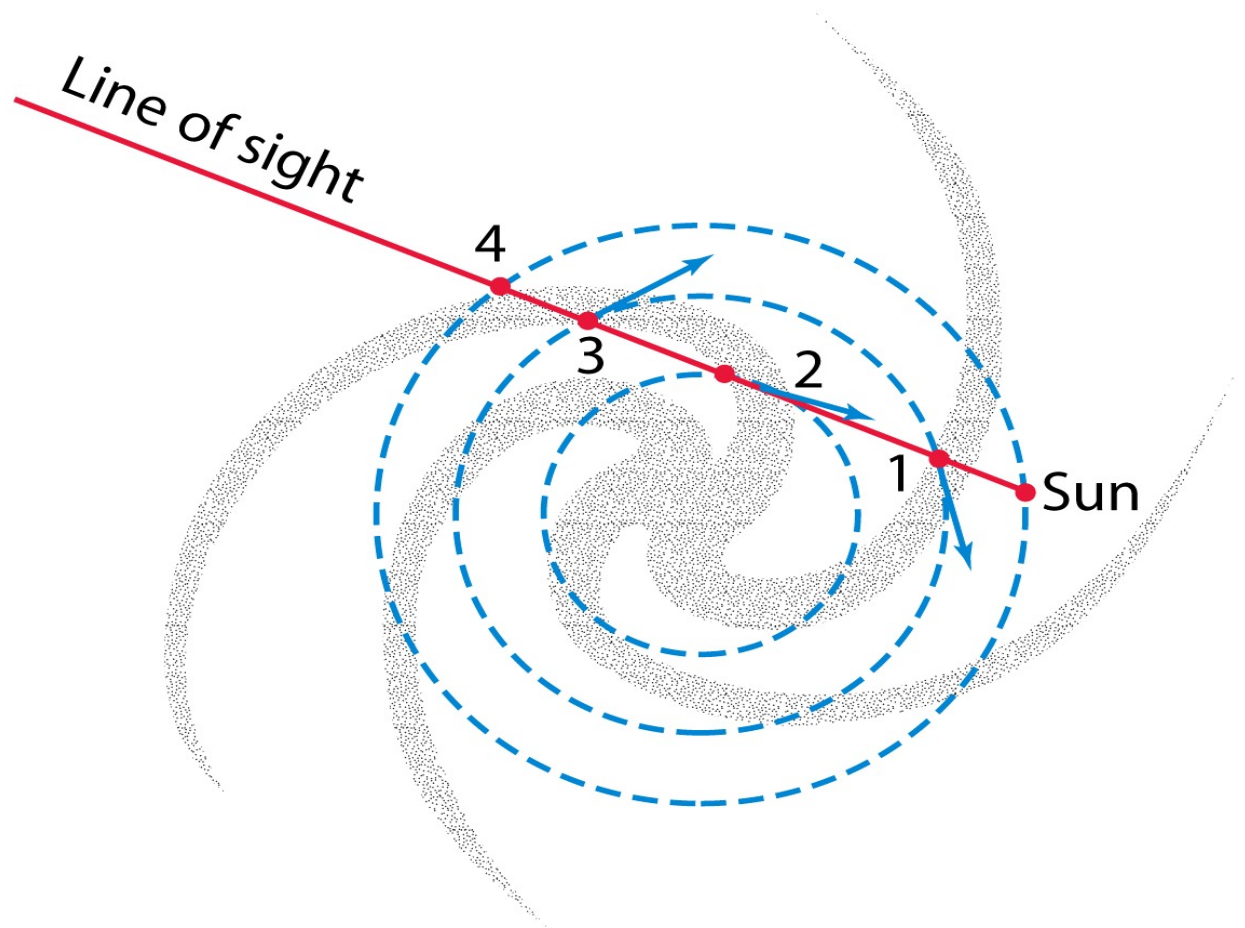
- Shapley 1920s.
- Tutti gli ammassi globulari orbitano intorno ad un punto in Sagittario– 26000 lyrs o 8000 parsecs da noi. Questo punto è il centro della Galassia.



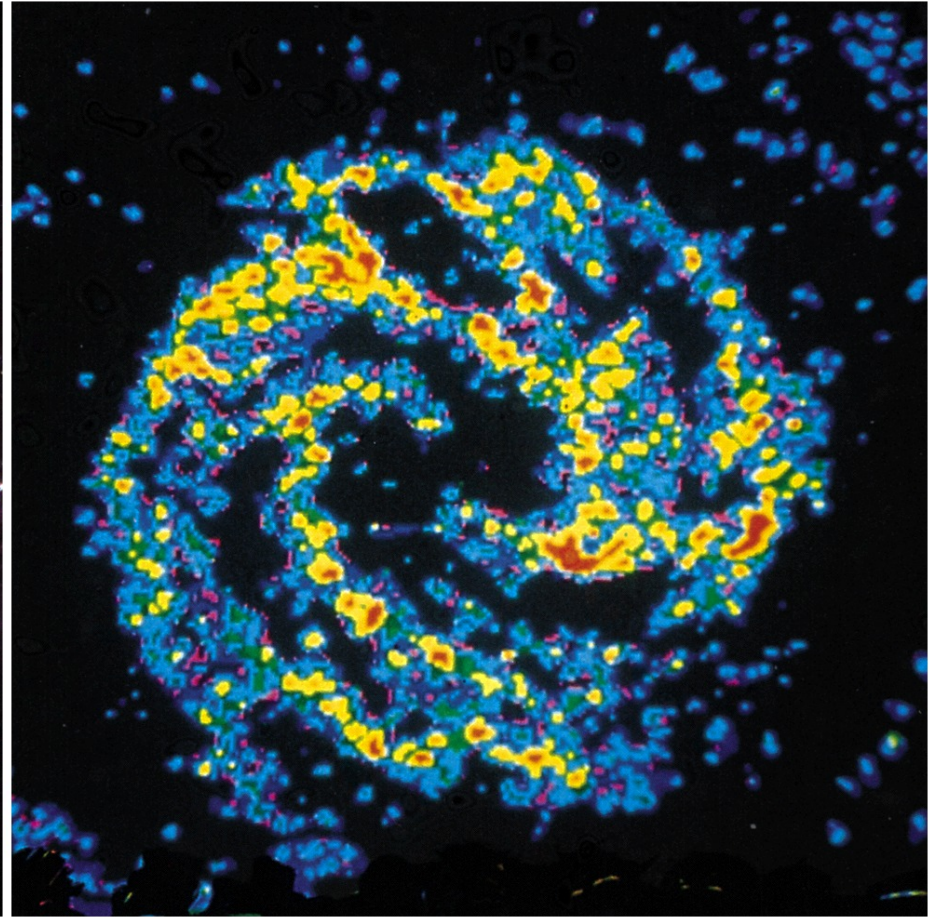
# Emissione a 21 cm, transizione dello spin dell'elettrone nell'atomo di idrogeno.



– I fotoni di 21-cm appaiono Doppler shifted di quantità diverse

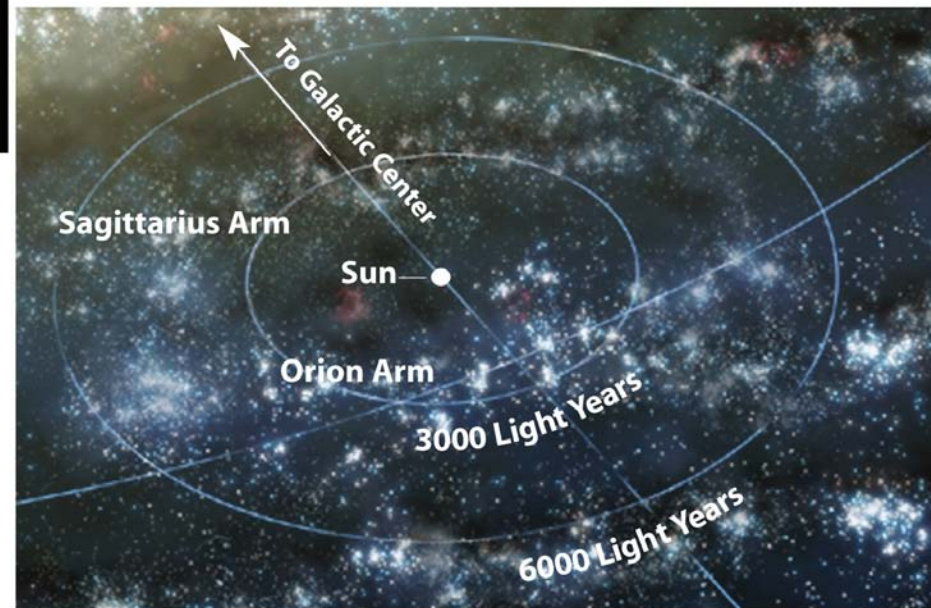
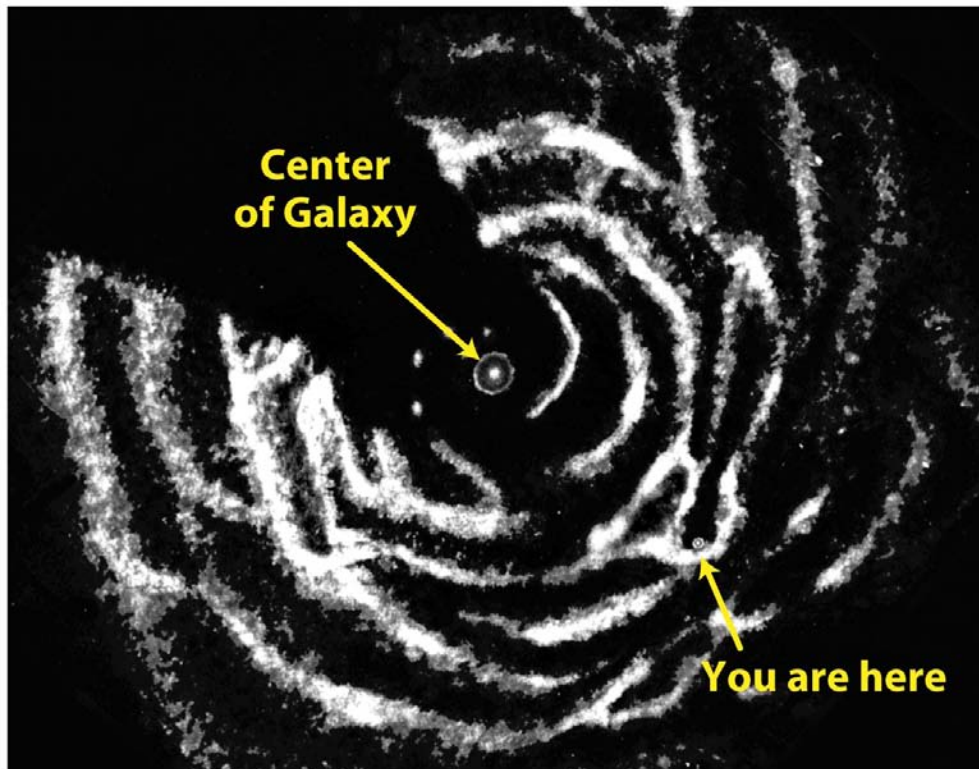


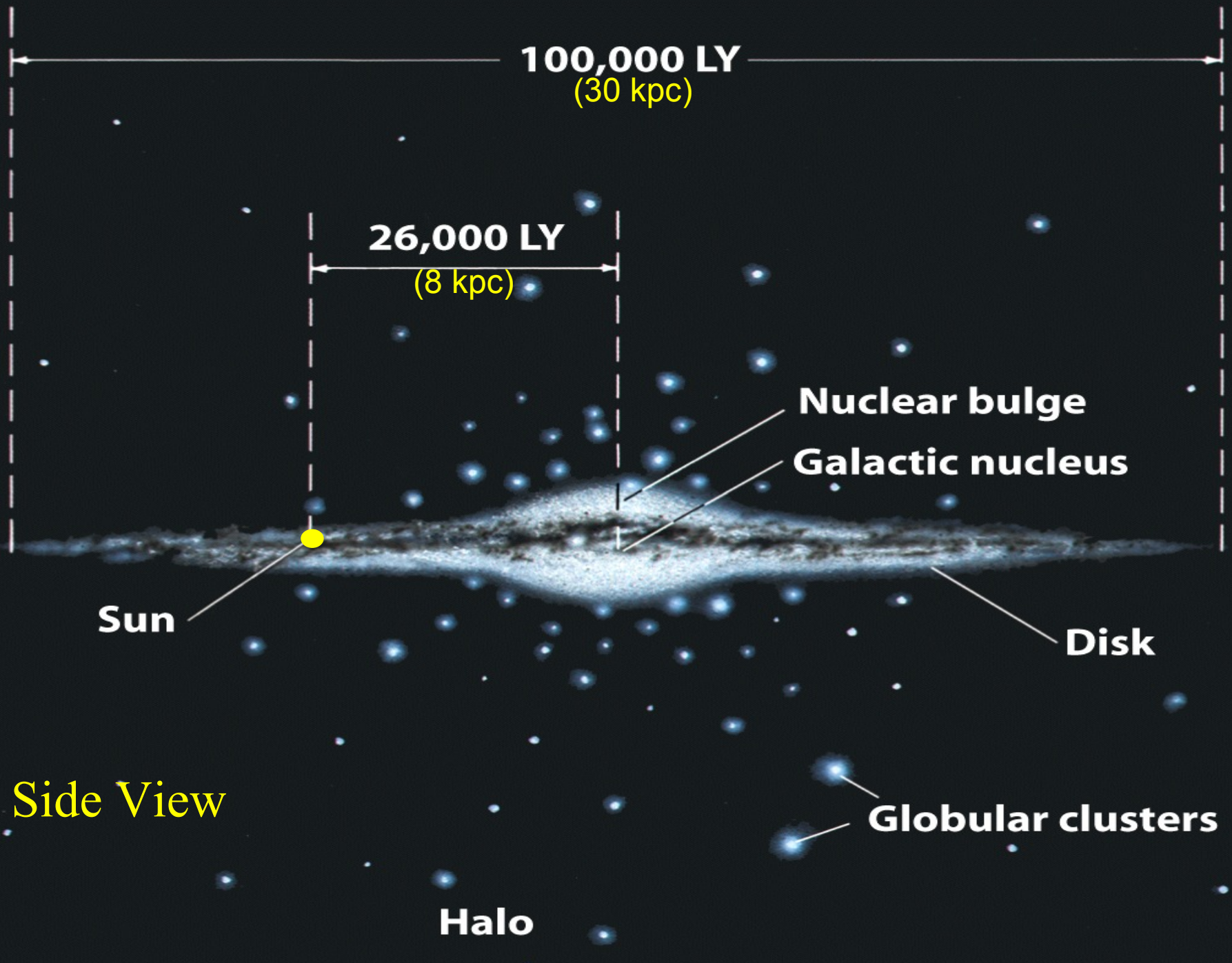
# Visibile e Radio



M83

# Vediamo le Braccia a Spirale





**100,000 LY**  
(30 kpc)

**26,000 LY**  
(8 kpc)

**Sun**

**Nuclear bulge**  
**Galactic nucleus**

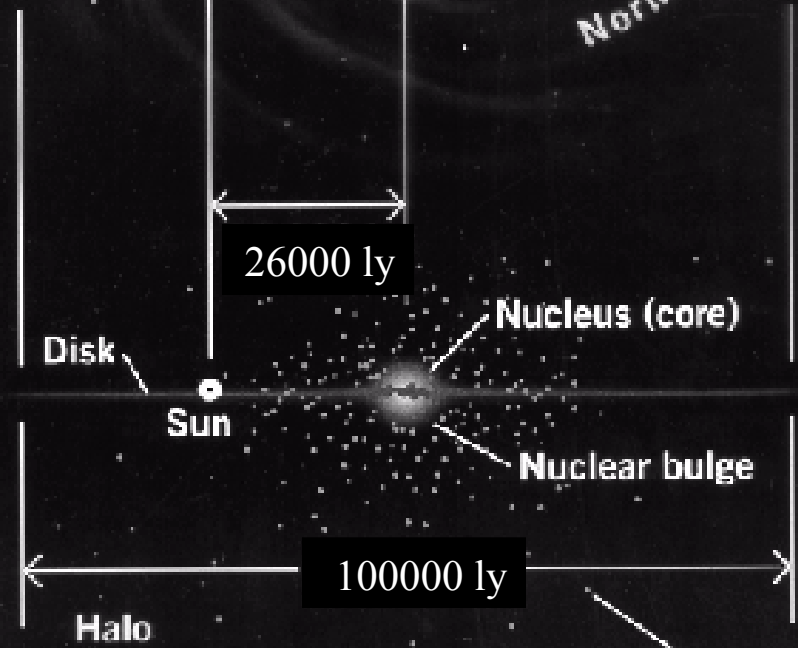
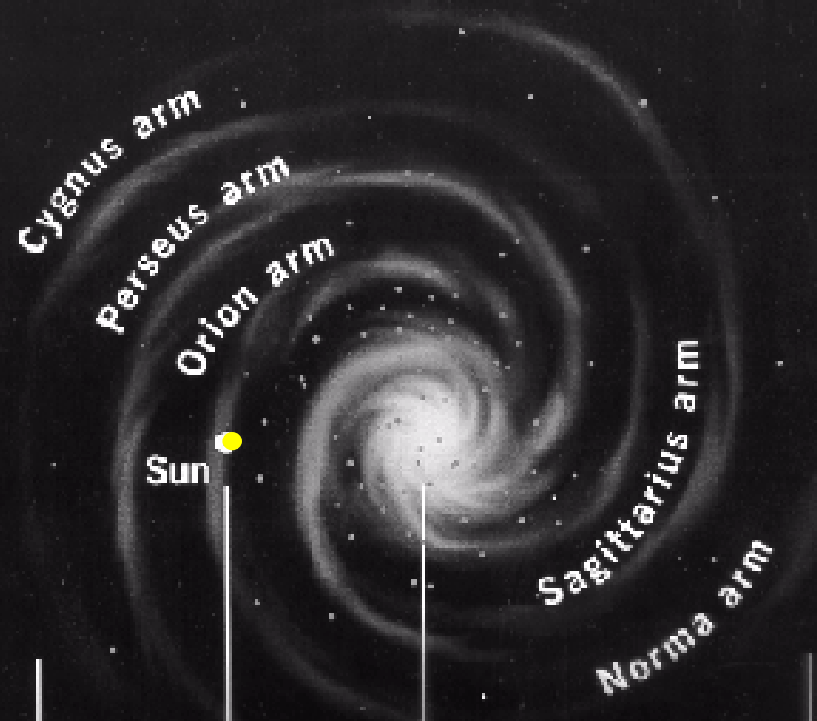
**Disk**

**Globular clusters**

**Halo**

**Side View**

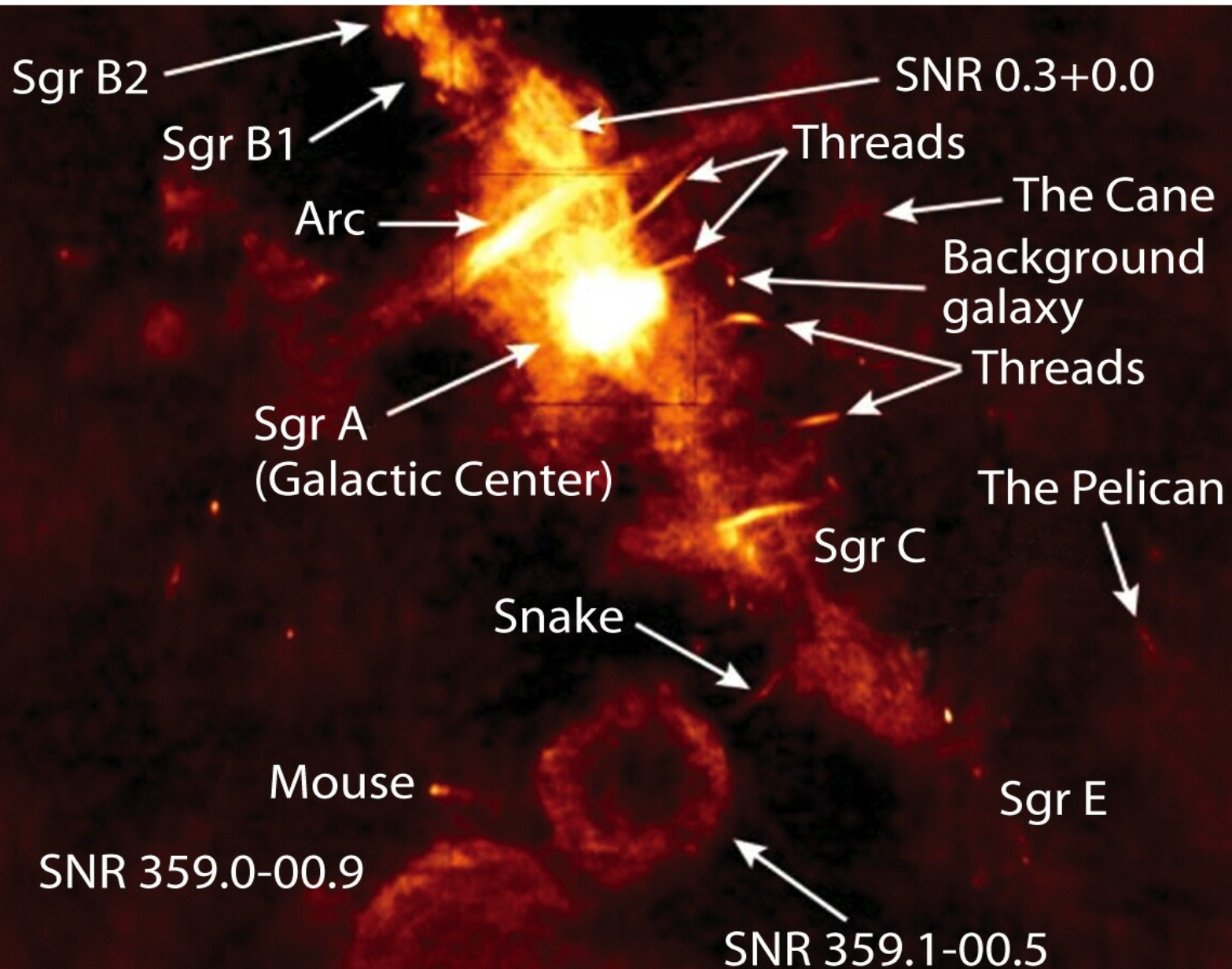
Top view



Side view

Globular cluster

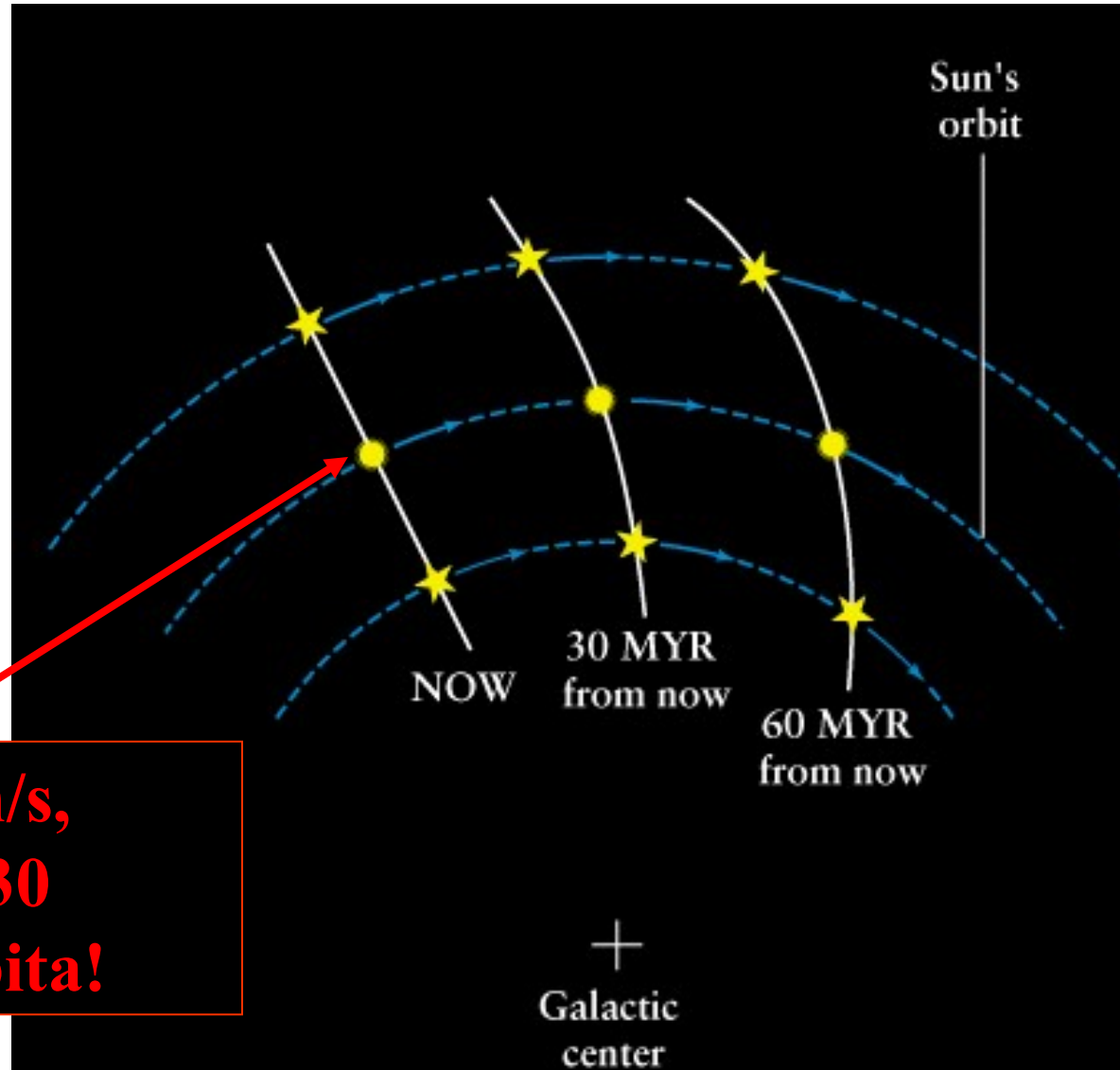
# Il Centro della nostra Galassia





Le galassie ruotano probabilmente la nostra è simile a quella di destra.

# Moto del Sistema Solare

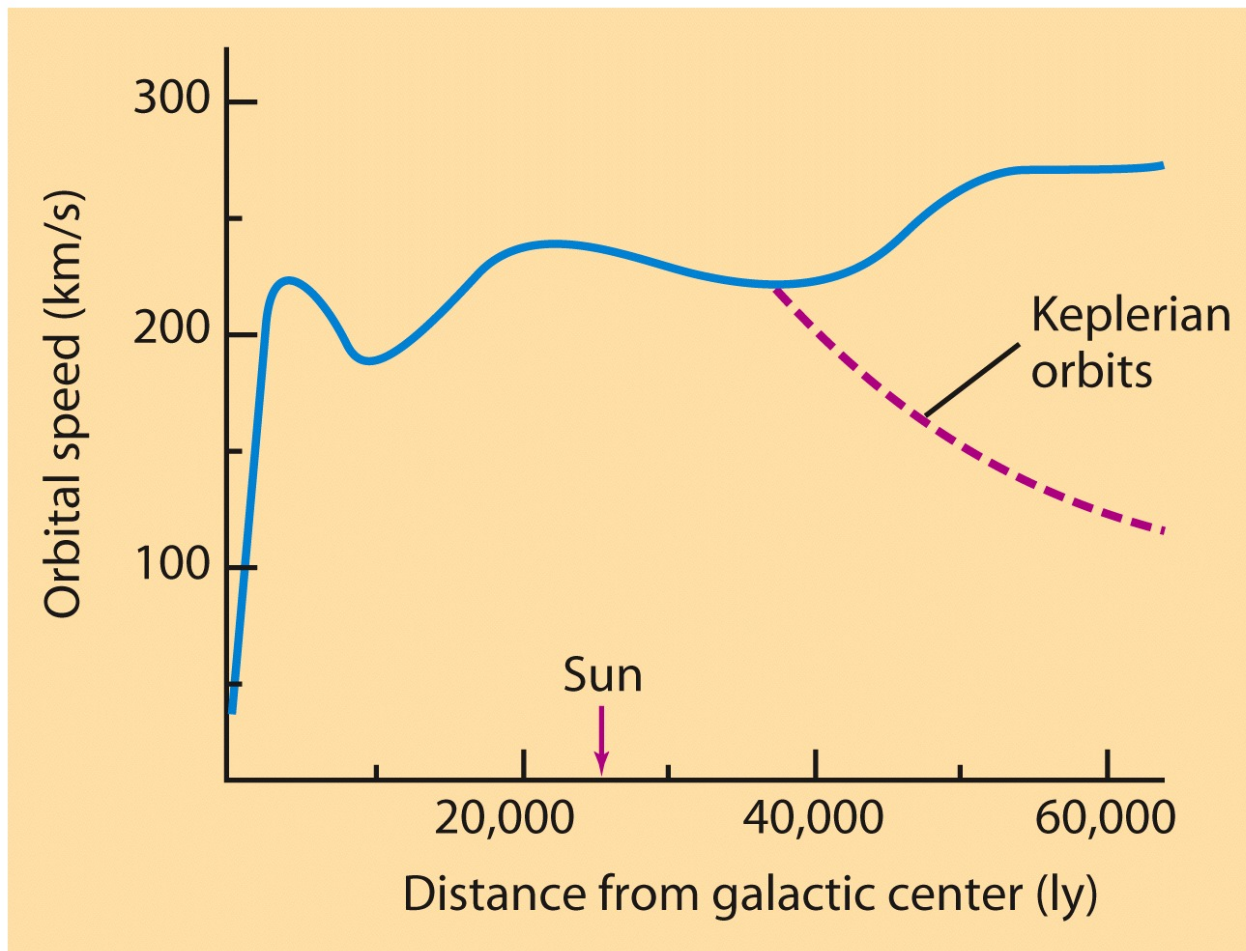


**Il Sole orbita a 230 km/s,  
circa 750,000 km/h– 230  
milioni di anni per orbita!**

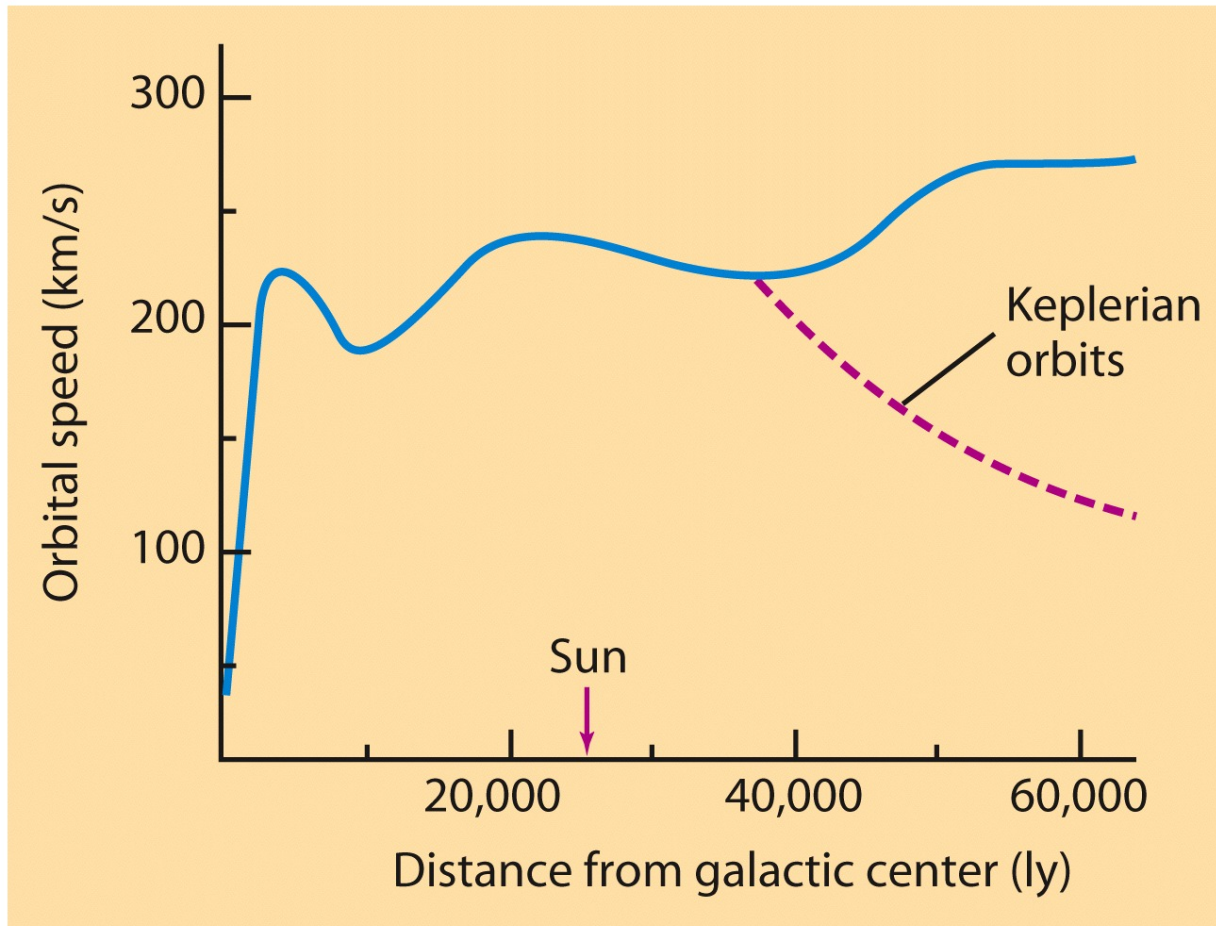
# Rotazione della Galassia

$10^{11}$  masse solari entro la nostra orbita

- Nota la nostra velocità (2<sup>nda</sup> legge di Kepler) possiamo misurare la velocità orbitale delle altre stelle.



- Secondo la 3° legge di Kepler più lontana è una stella dal centro più dovrebbe muoversi lentamente
- Invece le osservazioni dicono che la velocità aumenta!
- C'è una massa (scura) fuori dal disco della Galassia
- Il 90% della massa dell'intera Galassia ( $>10^{12}$  masse solari) è Materia Scura!



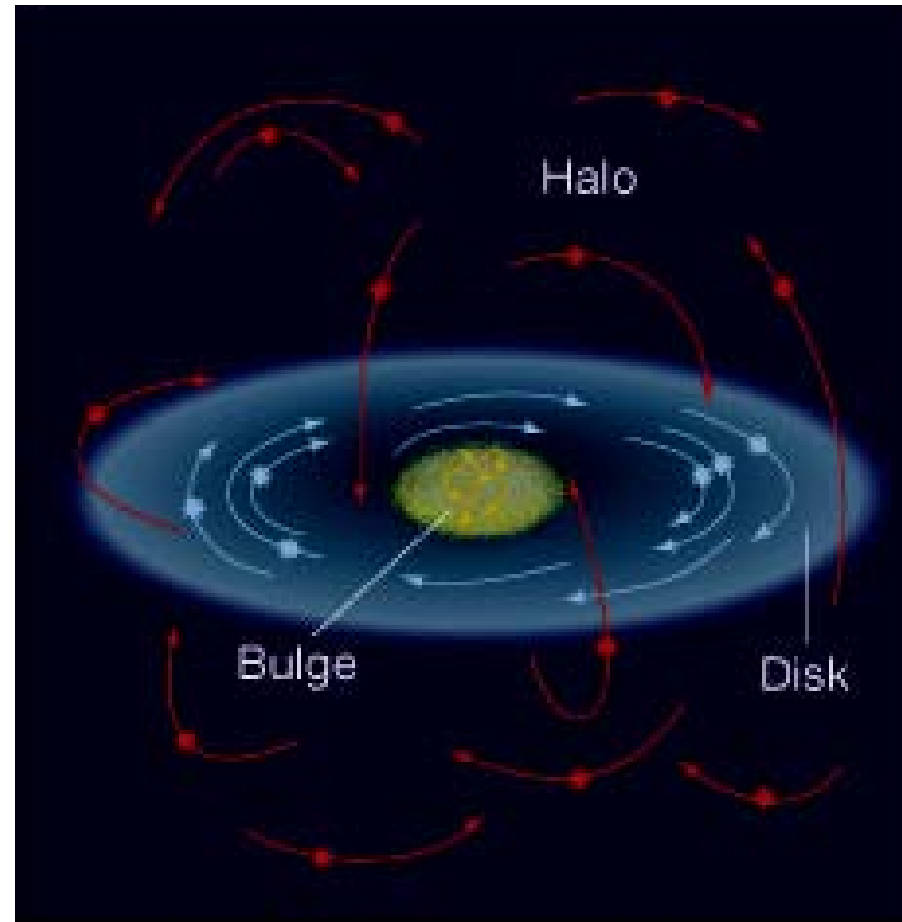
# Moti delle stelle

**Disco** : gas & stelle in moto circolare

$$V_{\text{orb}}(\text{sole}) = 220 \text{ km/s} \rightarrow P_{\text{orb}}(\text{sole}) = 2 \times 10^8 \text{ yr} = 0.2 \text{ Gyr}$$

$\sim 50$  orbite dalla formazione  $\rightarrow \sim$  “vecchia di 50 anni”

**Bulge & alone** stelle & GCs :  
orbite “casuali” (forme ovali  
diverse, molte inclinazioni  
& direzioni)



# Curva di Rotazione & Massa della Galassia

$V_{\text{rot}}$  quasi costante @ 200-250 km/s

→ **rotazione differenziale** (stelle interne “sorpassano” le esterne)

• **Massa** :  $a^3/P^2 \sim M \sim 10^{11} M_{\text{sun}}$  all'interno orbita solare

NB :  $R \uparrow M \uparrow$  anche oltre il limite visibile !

→ La **Materia Scura** è il componente principale,

$M_{\text{DM}} \sim 10 \times M_{\text{stars}}$

