

# Scuola di Storia della Fisica

**“Sulla Storia dell’Astronomia: il Novecento.  
Gli strumenti, le scoperte, le teorie.”**

**Asiago 22-26 Febbraio 2016**

## **GLOSSARIO : Introduzione**

Biagio Buonaura GdSF & Liceo Scientifico Statale «Albertini» Nola (Na)

A Bruno CACCIN (1944 – 2004)

Professore di Astronomia

## ASTRONOMIA

- a) La più antica di tutte le scienze
- b) Sviluppata per studiare la posizione ed il moto degli astri ( per misurare, ad esempio, il tempo e fornire strumenti per la corretta rotta delle navi e indicare i periodi di semina e di raccolto) ha fornito strumenti idonei ( modelli matematici) per prevedere la natura.
- c) Strettamente legata a tutte le scienze della natura e ad altre discipline quali la filosofia, è connessa con l'estetica e con la religione, ma anche con la superstizione.
- d) Il settore della Fisica coinvolto maggiormente è la meccanica: la Meccanica Celeste

## ASTROFISICA

- a) Si sviluppa dall'astronomia alla fine del XVIII secolo, come conseguenza dell'applicazione al dominio astronomico delle leggi della radiazione elettromagnetica enunciate da Gustav Kirchhoff (1824-1887) e Robert Bunsen (1811-1899) nel 1859 (P. Angelo Secchi nel 1871 la "Società degli Spettroscopisti Italiani", che dal 1920 ha preso il nome di Società Astronomica Italiana (SAIT))
- b) Essa si avvale indistintamente di tutte le branche della Fisica.
- c) L'Astrofisica classica include lo studio delle proprietà fisiche: luminosità, densità, temperatura e composizione chimica, di oggetti quali pianeti, stelle, galassie, mezzo interstellare, e le loro reciproche interazioni.

## Premessa sul Metodo

L'Astrofisica è un ramo della Fisica, ed è pertanto una scienza sperimentale con una stretta interazione tra teoria e osservazione.

Segue gli stessi metodi d'indagine matematici - sperimentali degli altri rami della fisica.

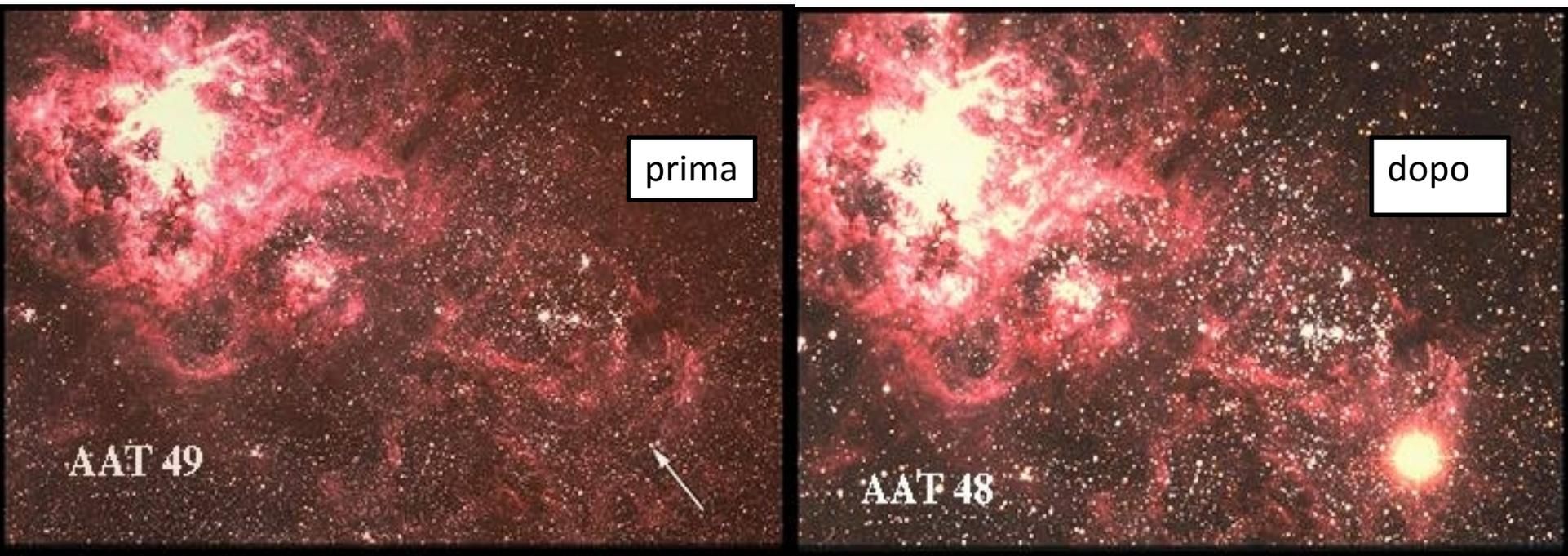
### Tuttavia

a) L'Astrofisica è una scienza osservativa: per ovvi motivi gli astronomi non possono eseguire esperimenti controllati in laboratorio in cui selezionare o mettere in evidenza l'effetto fisico di interesse. In Astrofisica l'esperimento è sostituito dall'*osservazione* dei corpi celesti tramite telescopi. Infatti, non si possono compiere esperimenti sugli astri (Ad Es. non si può a nostro piacimento variare la gravità solare o la composizione chimica solare, ecc.).

b) Le quantità direttamente osservabili sono quindi la posizione dei corpi e la luce che questi emettono in tutte le bande elettromagnetiche (più altri tipi di radiazione, come neutrini, raggi cosmici o onde gravitazionali). La luce viaggia alla velocità finita  $c = 3 \times 10^8$  m/s.

c) La «riproducibilità» dell'esperimento richiesta dal metodo scientifico in fisica è surrogata dall'osservazione di un campione ampio di oggetti ritenuti «simili», talvolta con un certo margine di errore. Ciò implica la necessità di utilizzare metodi statistici di indagine.

Se si osserva un fenomeno particolare (per es. l'esplosione di una SN)



*SN 1987a*

se ne possono raccogliere i dati e ipotizzare un'interpretazione che **non** può ovviamente essere confermata in laboratorio:

si può solo sperare che ci siano un **numero sufficiente** di altre esplosioni osservabili che forniscano i dati utili. La possibilità di azione del ricercatore è solo quella di **potenziare** i mezzi di raccolta e analisi dei dati osservativi

d) I tempi scala caratteristici dell'evoluzione degli oggetti astrofisici sono molto più lunghi dei tempi di scala umani . Per esempio, i tempi scala evolutivi delle stelle più massicce sono dell'ordine di  $10^5 - 10^6$  yr, mentre quelli delle stelle tipo Sole sono dell'ordine di 1 – 10 Gyr. Quindi, nella maggior parte dei casi gli oggetti che osserviamo ci appaiono immobili e stabili per tempi lunghissimi. Ciò comporta che, in generale, non è possibile, studiare l'evoluzione di un singolo corpo celeste ma si può solo fare uno studio statistico analizzando campioni con molti oggetti in fasi evolutive diverse, nell'ipotesi che i vari oggetti siano realizzazioni diverse dello stesso sistema fisico. Questa ipotesi funziona bene nel caso delle stelle, mentre richiede molto approfondimento nel caso delle galassie.

e) Più si va lontano nello spazio, più si osserva indietro nel tempo.

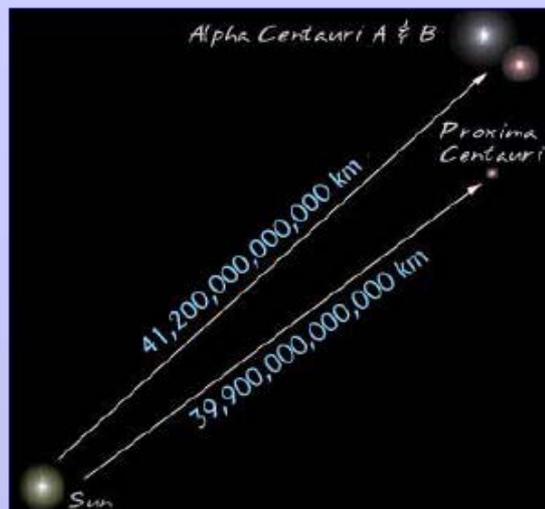
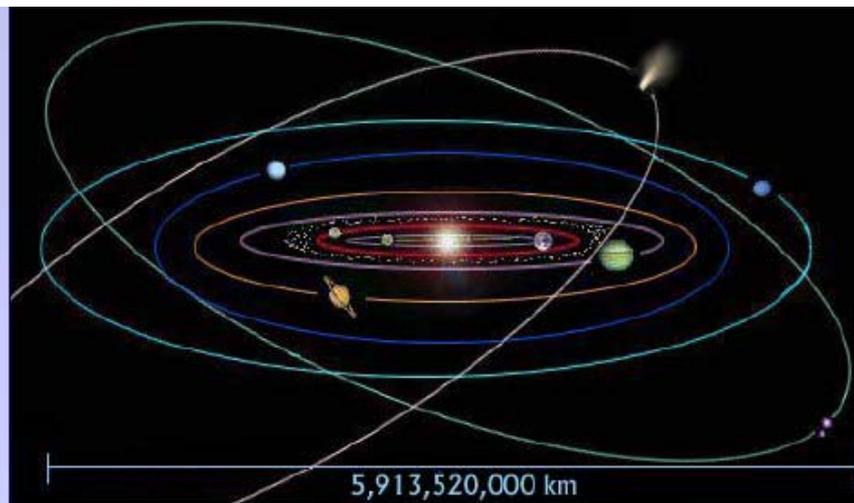
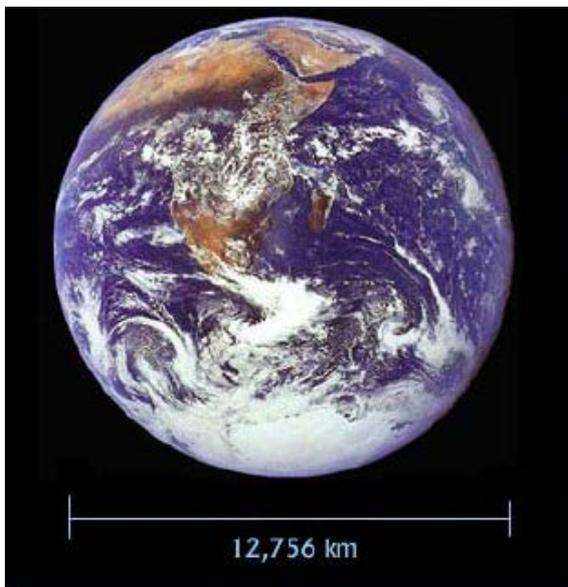
Se una sorgente si trova alla distanza  $D$ , il tempo che la radiazione e.m. impiega a giungere a noi è  $\Delta t = D/c$ . Questo ci dà la possibilità di osservare in modo diretto l'Universo quando era giovane, e quindi di studiarne l'evoluzione. Poiché  $c$  è una costante fondamentale della fisica, spesso si utilizza il tempo che la radiazione impiega a giungere a noi come misura della distanza di un oggetto.

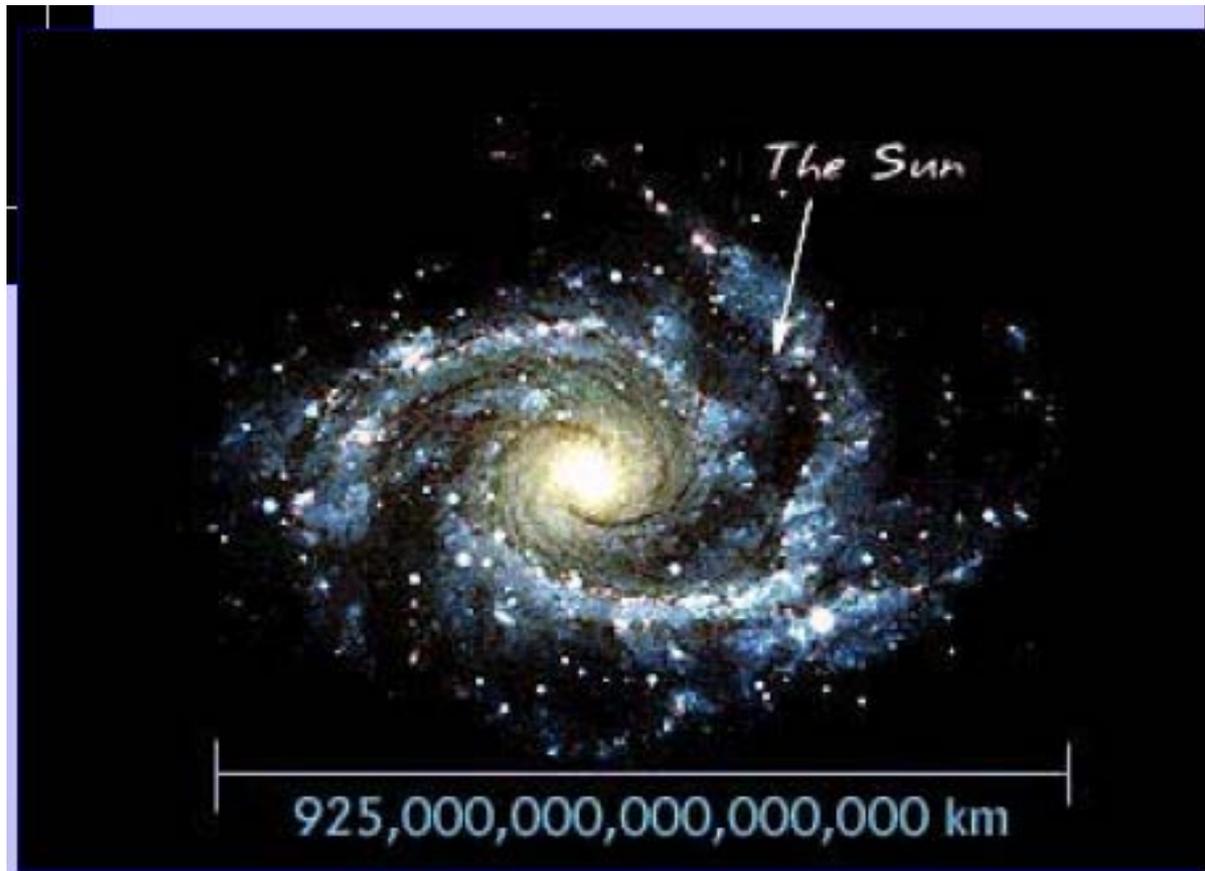
f) Gli errori che si ottengono sulla stima delle grandezze fisiche di interesse possono essere molto grandi. Spesso una misura “accurata” può avere errori dell'ordine del **10-20%** mentre alcune grandezze si possono stimare solo come ordine di grandezza.

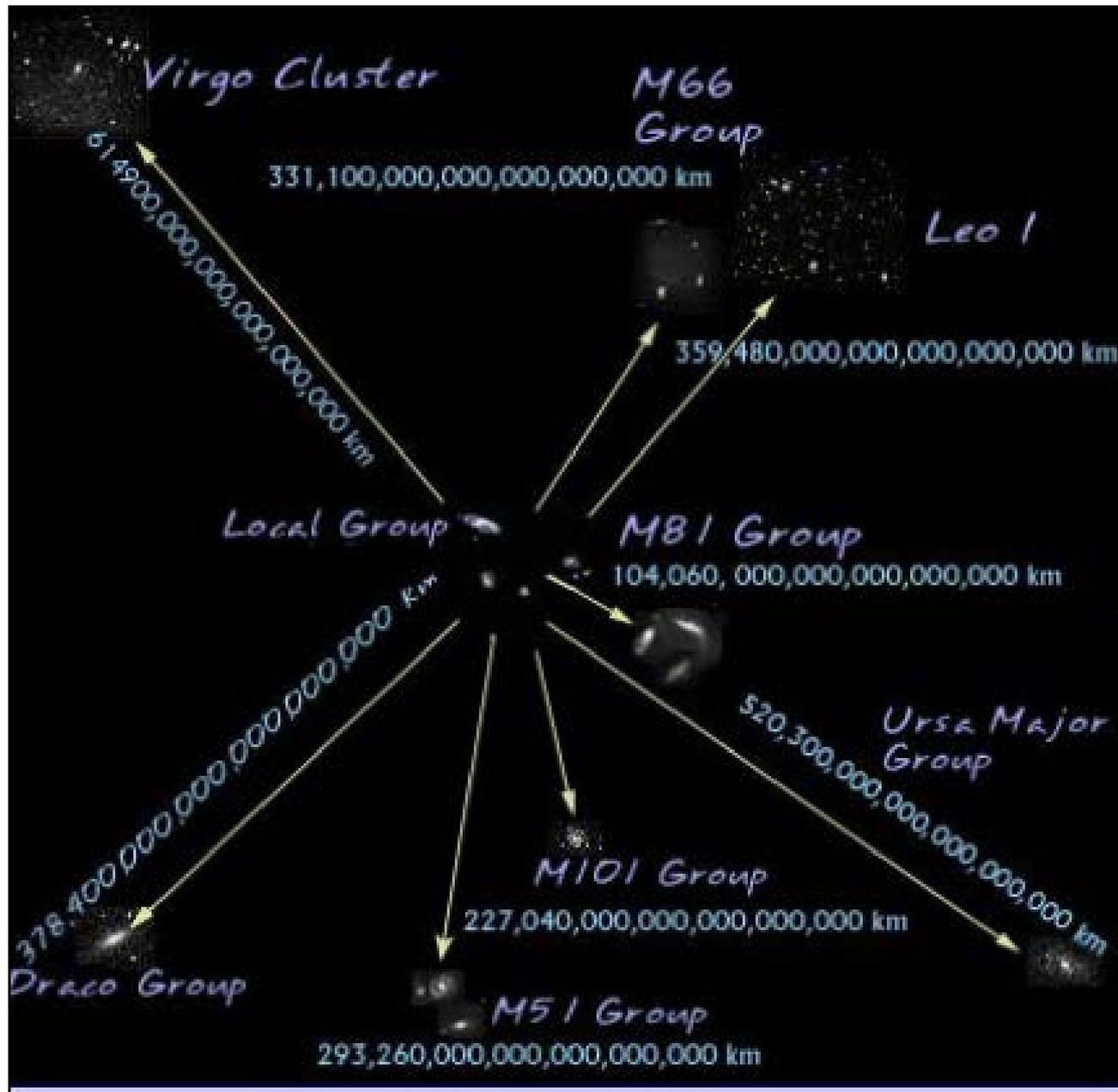
Pertanto, l'analisi delle conoscenze acquisite dall'astrofisica non può prescindere dalla discussione preliminare degli intervalli di valori dei parametri fisici che si incontrano nella descrizione dell'**Universo** ( inteso come: la totalità dello spazio, del tempo, della materia e dell'energia)

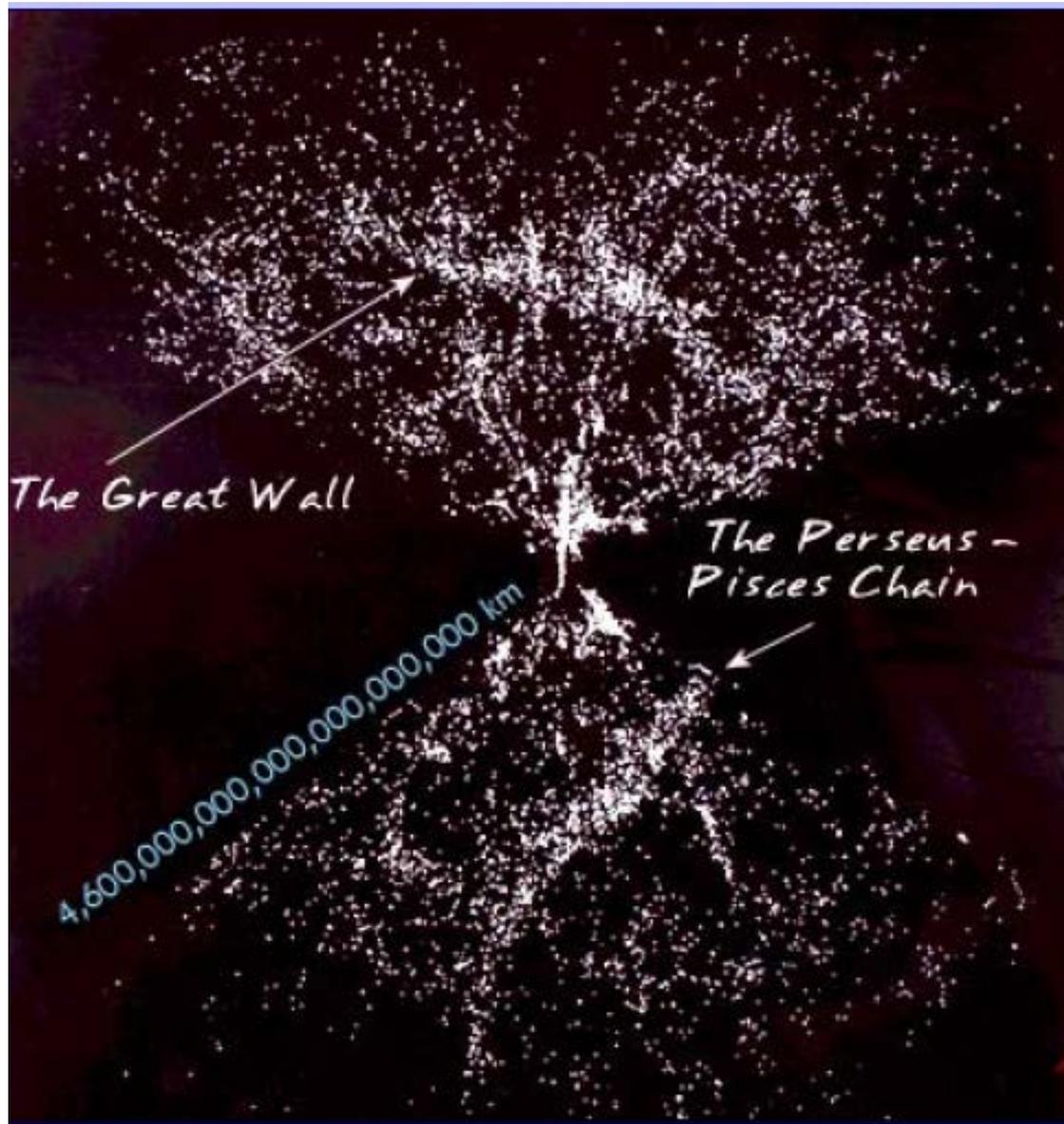
- **Scale spaziali**
- **Scale temporali**
- **Scale di energia**

## Scale spaziali









The Great Wall

The Perseus -  
Pisces Chain

4,600,000,000,000,000,000 km

## Scale temporali

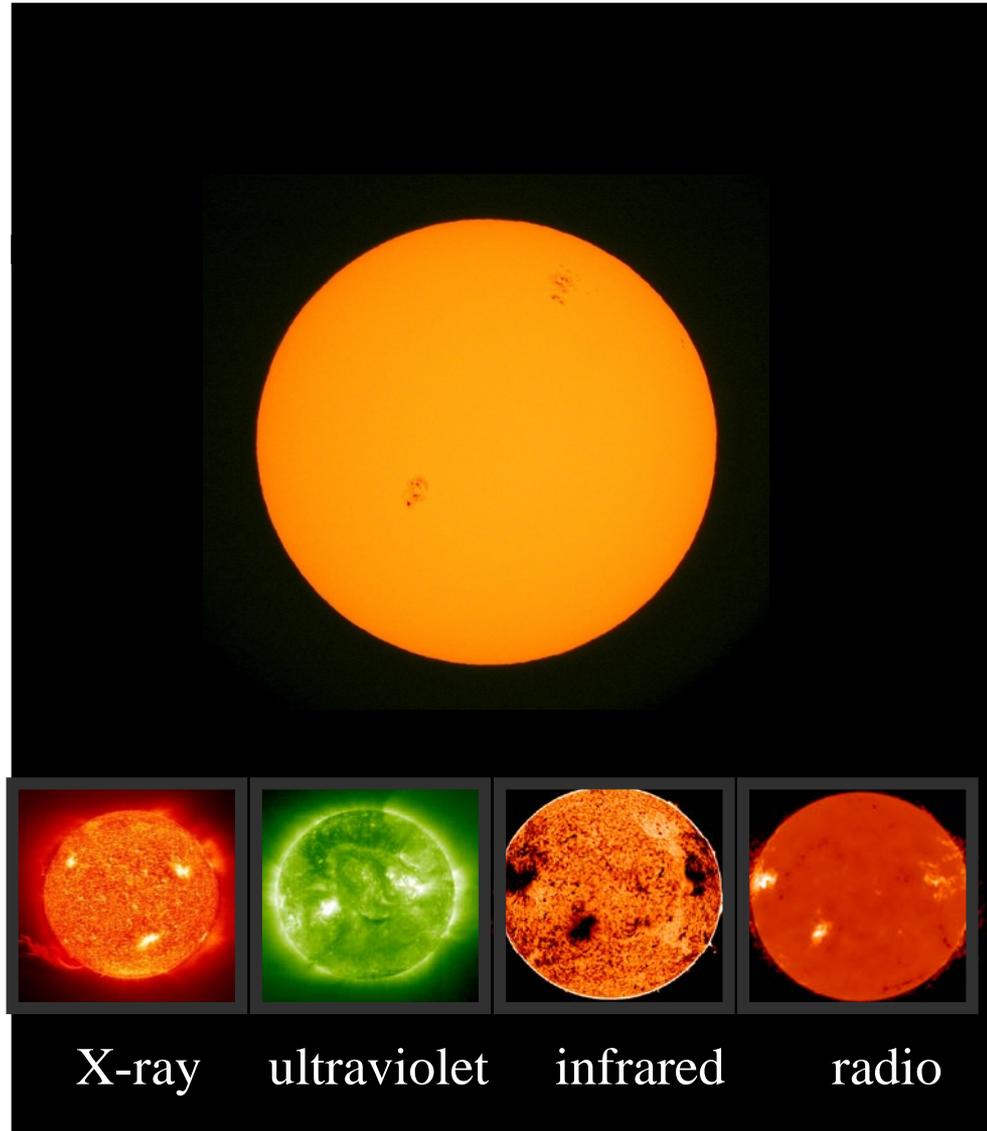
Evento	Durata (sec)
Periodo di una pulsar	$10^{-3}$
Collasso di nucleo stellare	$10^{-3}$
Rotazione terrestre = giorno	$\sim 10^5$
Rotazione solare/lunare	$10^6$
Vita media di una supernova	$10^7$
Rivoluzione terrestre = anno	$3 \times 10^7$
Vita media dell'uomo	$2 \times 10^9$
Periodi orbitali di stelle binarie	$10^5 - 10^{10}$
Vita media di stelle massive	$10^{15}$
Età della Terra	$1.5 \times 10^{17}$
Vita media di stelle tipo solare	$3 \times 10^{17}$
Formazione delle prime galassie	$> 3 \times 10^{17}$
Età dell'Universo	$4.2 \times 10^{17}$

## Scale energia

Sorgente di energia	Energia (Joule)
Salto di una pulce	$10^{-7}$
Pressione su un tasto	$10^{-2}$
Calcio ad un pallone	$10^2$
Scarica di un fulmine	$10^{10}$
Uragano	$10^{15}$
Esplosione atomica H	$10^{17}$
Esplosione vulcanica	$10^{19}$
Radiazione solare per un anno	$10^{34}$
Supernova	$10^{43}$
Galassia attiva	$10^{55}$
Big-bang	$10^{68}$

## Sistemi Astrofisici : Il SOLE

- **Raggio**  $6.96 \times 10^5$  km ( $109 R_{\oplus}$ )
- **Massa**  $1.99 \times 10^{30}$  kg ( $333000 M_{\oplus}$ )
- **Periodo di rotazione** 25.4 d (all'equatore)
- **Densità media**  $1400 \text{ kg/m}^3$  (prevalenza H e)
- **Potenza emessa**  $3.86 \times 10^{26}$  W (luminosità)
- **Temperatura superficiale** 5800 K
- **Temperatura al centro**  $1.5 \times 10^7$  K



## Sistemi Astrofisici : Le STELLE

In generale le stelle variano molto in:

**Età** (oss.  $10^6 \Leftrightarrow 10^{10}$  yr)

**Massa** ( $0.1 \Leftrightarrow 60 M_{\odot}$ )

**Luminosità** ( $10^{-2} \Leftrightarrow 10^6 L_{\odot}$ )

**Raggio** ( $0.001 \Leftrightarrow 1000 R_{\odot}$ )

**Temperatura superficiale**

( $3000 \text{ K} \Leftrightarrow 50000 \text{ K}$ )

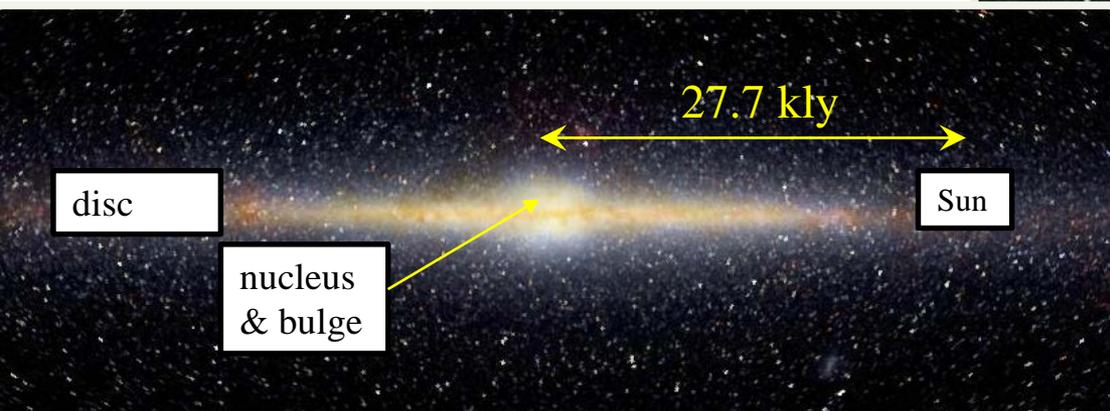
legata al **colore** della stella

(Rosso  $\Leftrightarrow$  Blu)



## Sistemi Astrofisici : La VIA LATTEA

Via Lattea:  $\sim 200 \times 10^9$  stelle  
Distanza Sole-centro:  $2.6 \times 10^4$  ly  
Diametro disco:  $\sim 1.6 \times 10^5$  ly  
Spessore disco:  $\sim 3.3 \times 10^3$  ly  
Massa totale:  $\sim 6 \times 10^{11} M_{\odot}$   
Massa "visibile":  $\sim 20\% M_{\text{TOT}}$   
Luminosità totale:  $\sim 2 \times 10^{11} L_{\odot}$



## Sistemi Astrofisici : Le GALASSIE

Dimensioni tipiche:  $3 \times 10^2 \rightarrow 1 \times 10^6$  ly

Masse tipiche:  $10^7 \rightarrow 10^{14} M_{\odot}$

Luminosità tipiche:  $10^6 \rightarrow 10^{13} L_{\odot}$

Età delle pop. stellari:  $< 1$  Gyr fino a  $\sim 14$  Gyr



Galassie a Spirale es. M83



Galassie Ellittiche

## Riferimenti

M. Capaccioli **Lezioni di Astrofisica** Università Federico II -Napoli

V. Castellani **Astrofisica Stellare** Zanichelli - Bologna

A. Bersanelli **Lezioni di Astronomia** Università di Milano

A. Marconi **Lezioni di Astrofisica** Università di Firenze

G. Giuliani e I. Bonizzoni **Lineamenti di Elettromagnetismo** – La Goliardica Pavese

F. Selleri **Lezioni di Istituzioni di fisica teorica** Università di Bari