



*L'A.A.R.*

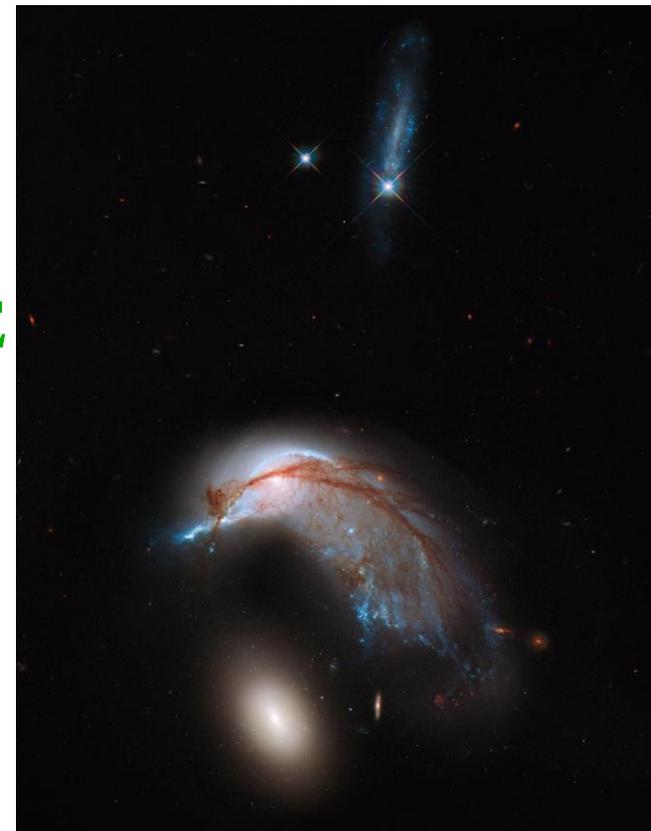
presenta

**CORSO DI ASTRONOMIA DI BASE**

# La classificazione delle galassie

di

Matteo Montemaggi



# Che cos'è la Via Lattea?



Novembre 1994, California



# Che cos'è la Via Lattea?



“Distinta da minori e maggiori lumi  
biancheggia tra' poli del mondo  
e fa dubbiar ben saggi”

(**Dante**, *Paradiso*, *Divina Commedia*)

# La Via Lattea e le sue rappresentazioni

Disco con simboli celesti, Nebra, 1500 a.C.,  
Halle (Germania), Museo preistorico.

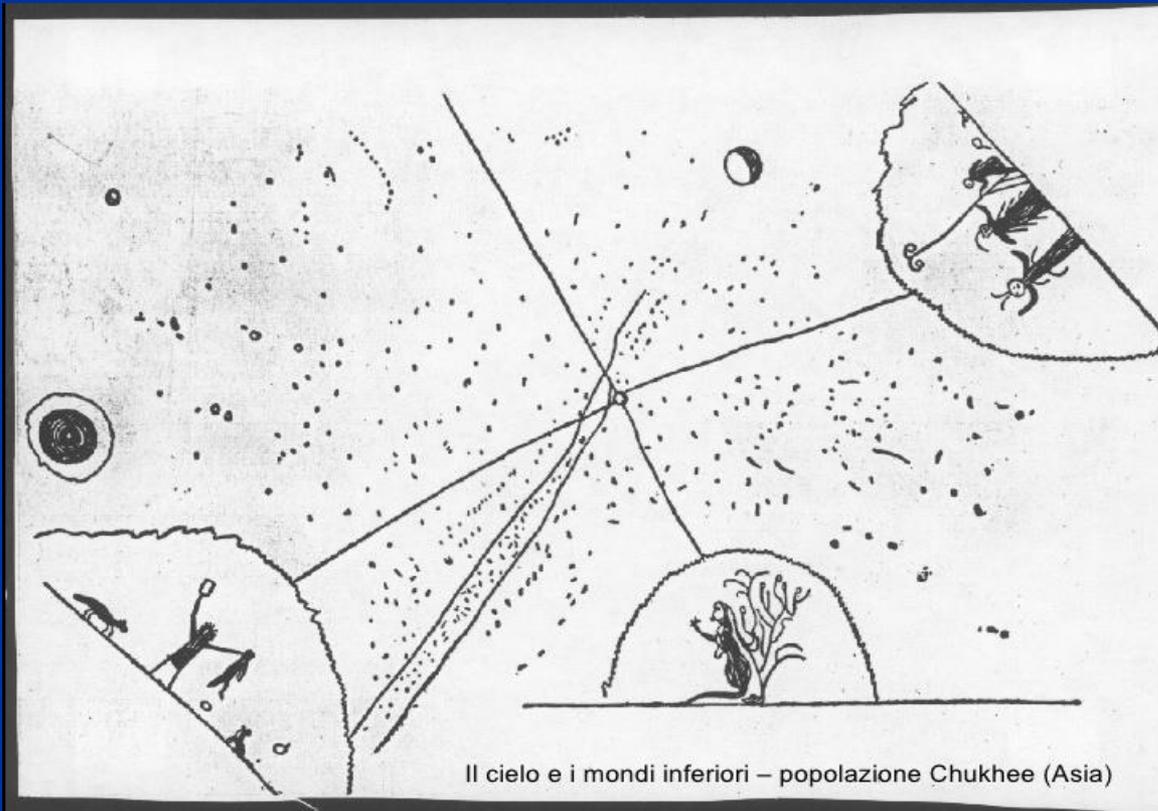
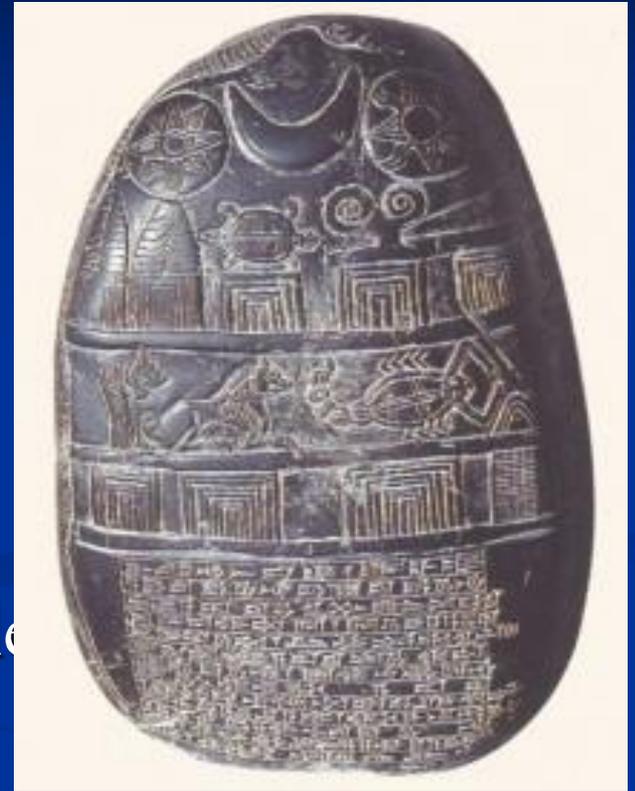


nger

Anello d'Oro, Micene ca. 1500 a.C.  
Atene, Museo Nazionale Archeologico

# La Via Lattea e le sue rappresentazioni

Kudurru, Mesopotamia, XII sec. a.C.  
Londra, The British Museum



Il cielo e i mondi inferiori – popolazione Chukhee (Asia)

Il Cielo e i mondi inferiori.  
Disegno della popolazione  
Chukchee (Siberia).

# La Via Lattea e le sue rappresentazioni

Particolare tomba VI sec. d.C.  
Cina, Shuozhou

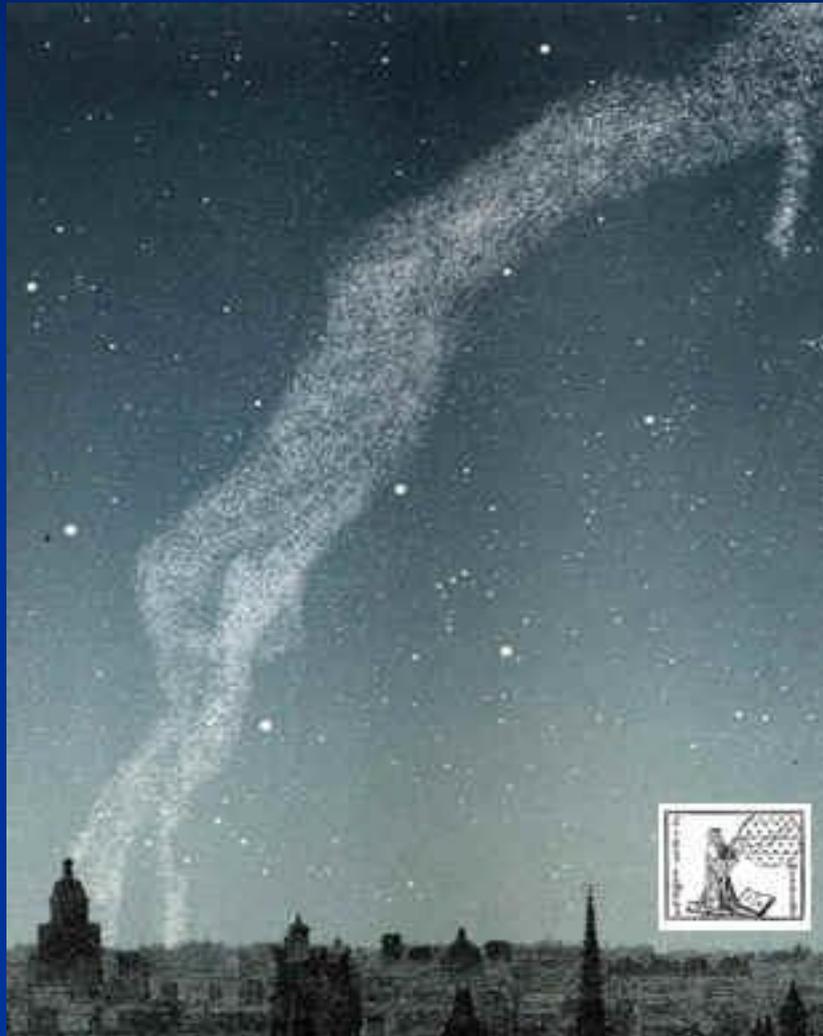


LION      CANCER      GÉMEAUX  
Castor · Pollux      LE COCHER      PERSÉE      ANDROMÈDE  
La Chèvre      Algol

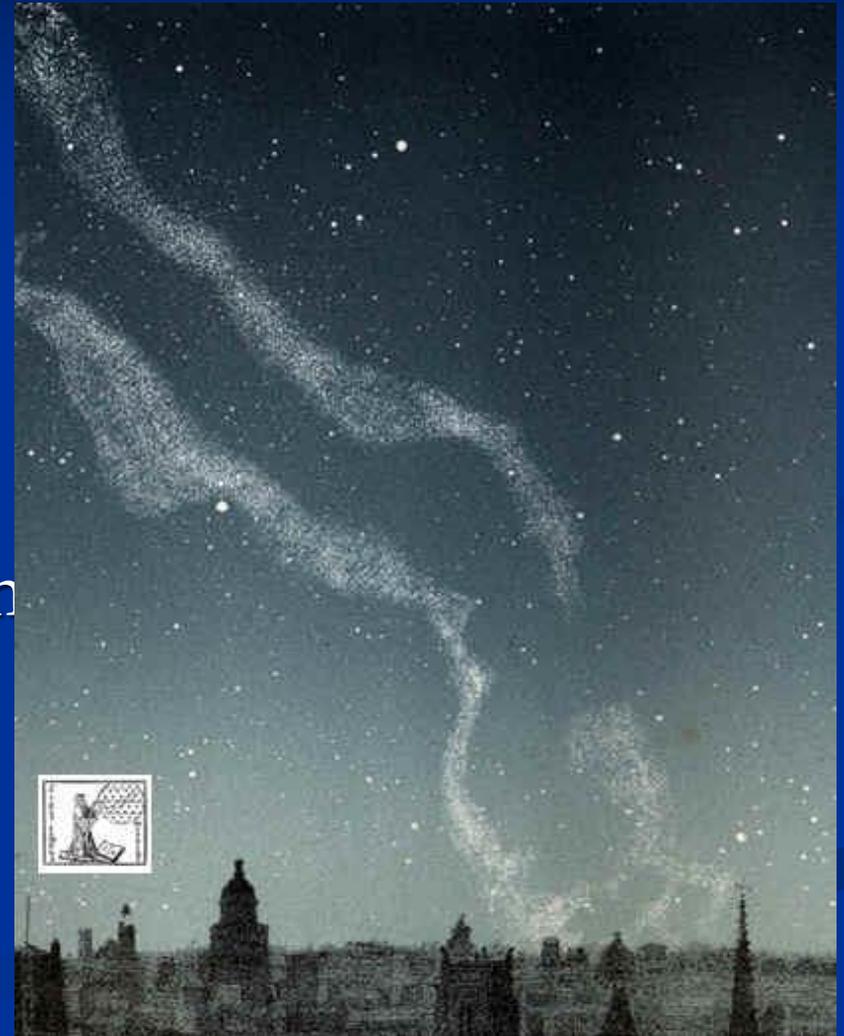


Il Cielo sopra Parigi, 1865, di  
Amédée Guillemin

# La Via Lattea e le sue rappresentazioni



giun



# La Via Lattea e le sue rappresentazioni



L'origine della Via Lattea.  
Tintoretto, ca. 1580, Londra,  
The National Gallery.

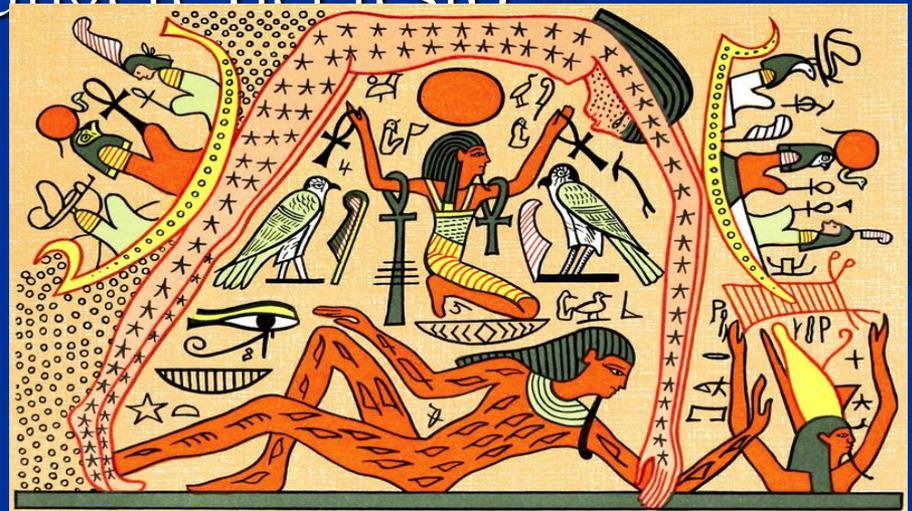
Giove porge il piccolo Ercole  
al seno di Giunone

el testo

# Interpretazioni antiche...

- Diverse civiltà → Dimora delle anime
- Vichinghi e Incas → Strada che conduce alla dimora degli dei
- Arabi → Fiume
- Egizi → Traccia lasciata dal Sole nel suo moto diurno, dea Nut
- Greci, interpretazioni di Democrito, Anassagora Aristotele (mondo sub-lunare)

Fai clic per aggiungere del testo



# Interpretazioni antiche...

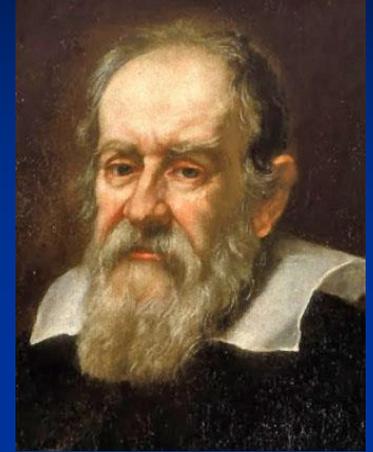
- In epoca romana solo Seneca e Plinio il Vecchio si occuparono di Via Lattea, ma solo per raccontare Teorie più antiche.
- Poi solo teorie strampalate, fino a .....

Fai clic per aggiungere del testo

# La Via Lattea da Galileo in poi...



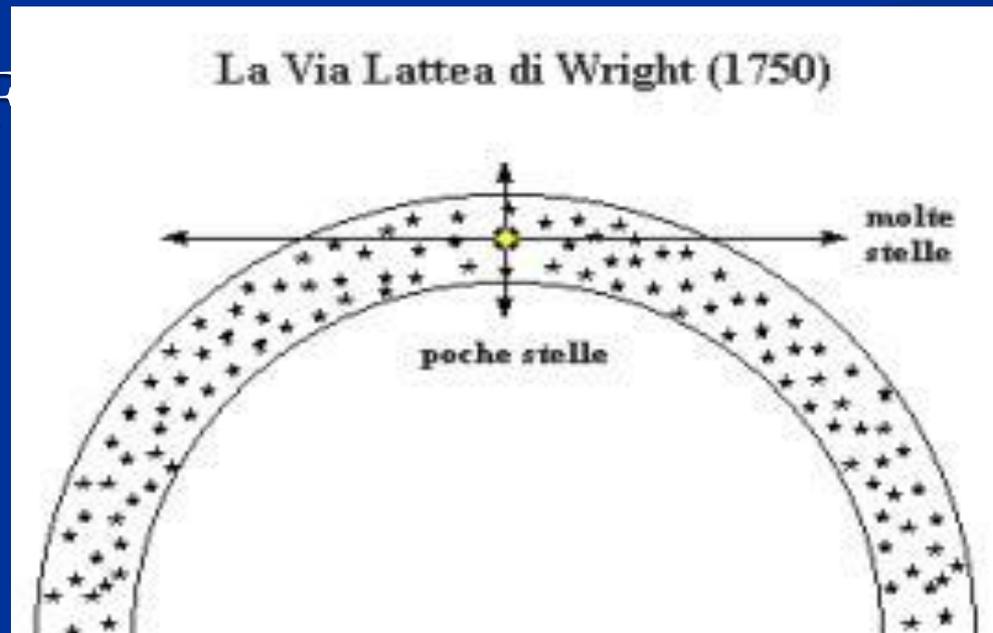
“Quello che in terzo luogo osservammo è l'essenza o materia della Via Lattea, la quale attraverso al cannocchiale si può vedere in modo così palmare che tutte le discussioni, per tanti secoli cruccio dei filosofi, si dissipano con la certezza della sensata esperienza, e noi siamo liberati da sterili dispute. La Galassia, infatti, non è altro che un ammasso di innumerabili stelle disseminate a mucchi.”



Galileo e il Cannone-occhiale, 1609

# La Via Lattea da Galileo in poi...

- Thomas Wright (1711-1786) → distribuzione non omogenea delle stelle in cielo.  
*“Una Teoria originale e Nuova Ipotesi sull'origine dell'Universo”* (1750)
- Immanuel Kant (1724-1804) → Universi-Isola
- Charles Messier (1730-1817) → Catalogo oggetti nebulari



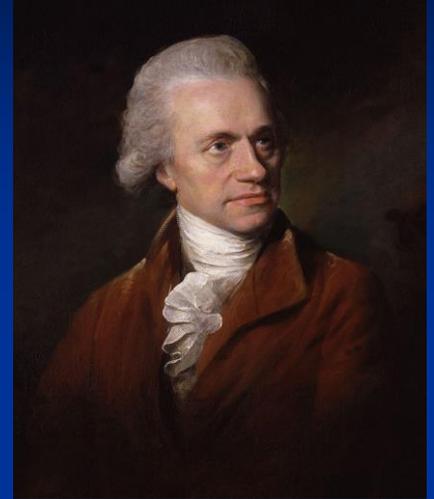
# La Via Lattea da Galileo in poi...

William Herschel (1738-1822), astronomo, fisico e compositore britannico oltre che costruttore di telescopi,

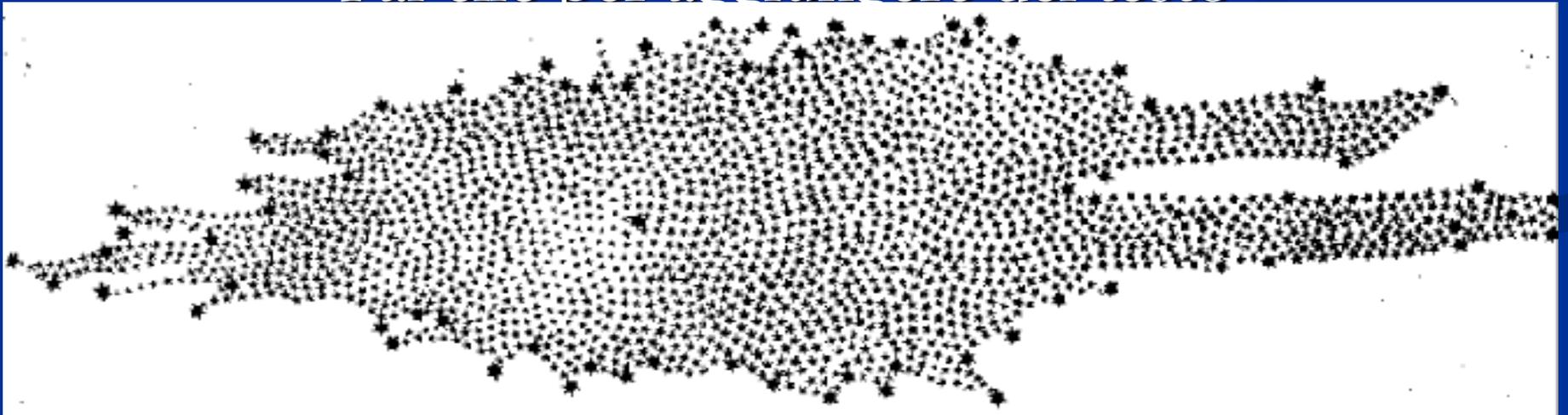
- nel 1781 scoprì il pianeta Urano (astronomo del Re – Giorgio III)
- nel 1786 catalogò 2500 oggetti nebulari
- altre Nebulose possono essere risolte in stelle?

## La prima rappresentazione della Via Lattea

- Sole al centro
- Rapporto lunghezza/spessore = 1/5
- Distribuzione omogenea delle stelle



Fai clic per aggiungere del testo



# La Via Lattea da Galileo in poi...

Tobias Mayer (1723-1762) → Il Moto Proprio del Sole tra le stelle (1760).

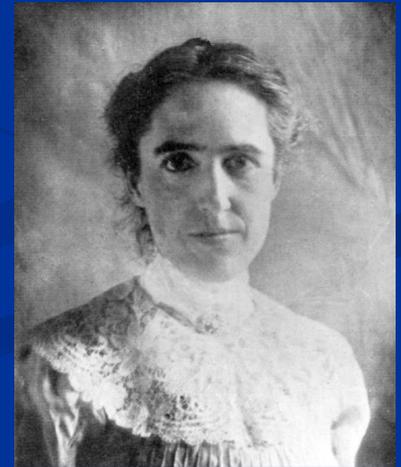
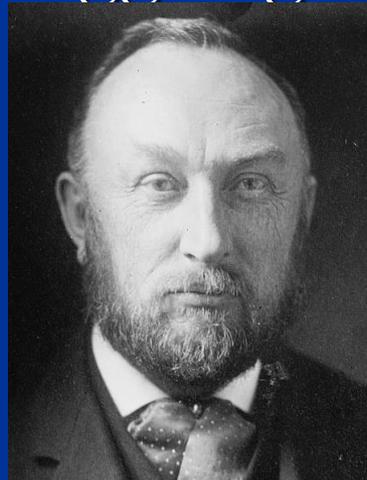
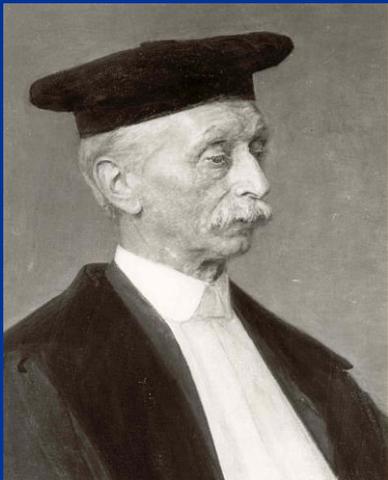


Stella di Barnard, 1916

# La Via Lattea da Galileo in poi...

- Kapteyn (1851-1922) e il problema delle distanze astronomiche  
→ statistica stellare
  - » Via Lattea → 30 000 a.l. Con Sole a 650 a.l. dal centro galattico
- Edward Pickering (1846-1919), direttore osservatorio di Harvard
- Henrietta Leavitt (1868-1921) e le Stelle Variabili (Cefeidi)

Fai clic per aggiungere del testo



# Il problema delle distanze astronomiche

Ipparco di Nicea (II a.C.) e la MAGNITUDINE delle Stelle



$$m_x - m_{x,0} = -2,5 \log_{10} \left( \frac{F_x}{F_{x,0}} \right)$$

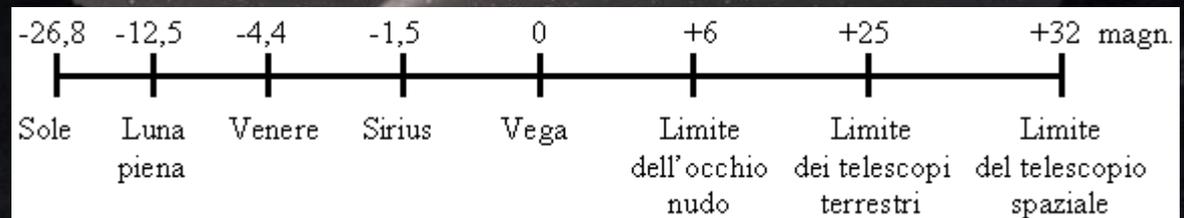
Relazione di Pogson, 1857

magnitudine	Legge di potenza	luminosità
0	$2,512^{10}$	10000,000
1	$2,512^9$	3982,691
2	$2,512^8$	1585,466
3	$2,512^7$	631,157
4	$2,512^6$	251,256
5	$2,512^5$	100,000
6	$2,512^4$	39,817
7	$2,512^3$	15,851
8	$2,512^2$	6,310
9	$2,512^1$	2,512
10	$2,512^0$	1,000

$F = L/4\pi r^2$  Relazione Flusso distanza

Magnitudine assoluta

$$M = m + 5 - 5 \log_{10} d$$



# Il problema delle distanze astronomiche

Modulo di distanza

$$m - M = 5 \text{ Log } d - 5$$

$$m = -1,46$$

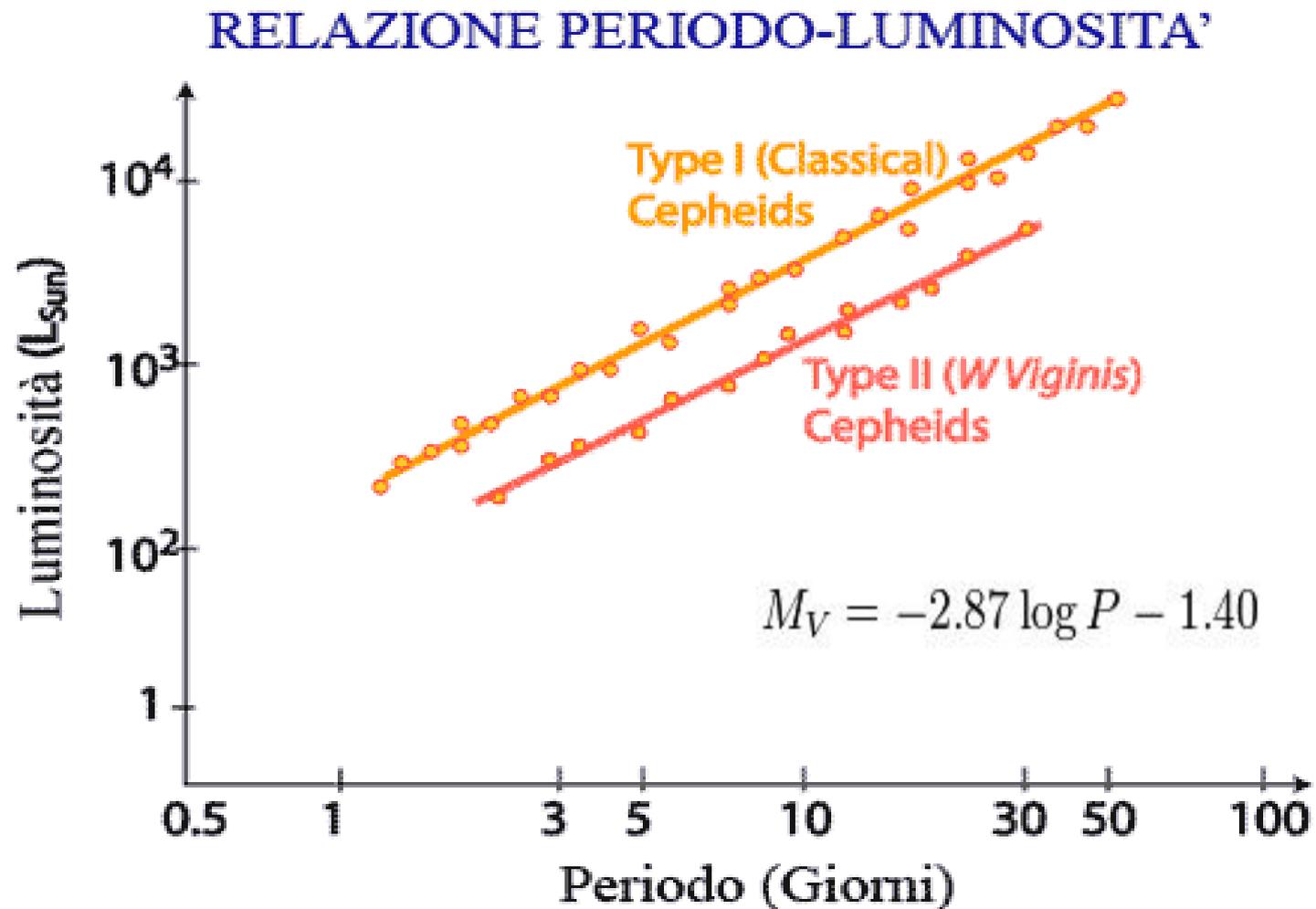
$$M = 1,4$$

$$\text{Log } d = (-1,46 - 1,4 + 5)/5 \\ = 0,428$$

$$d = 2,7 \text{ pc} = 8,7 \text{ a.l.}$$

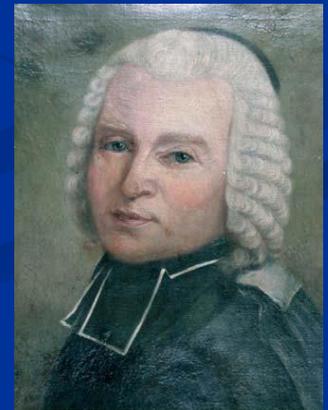
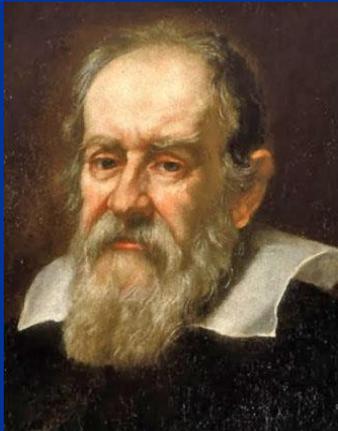
L'esempio di Sirio

# Il problema delle distanze astronomiche



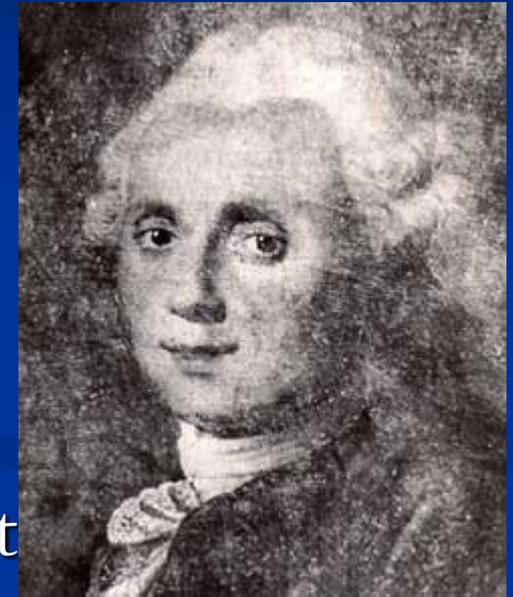
# Verso le galassie

- Galileo Galilei (1564-1642) e il Telescopio - 1609;
- Simone Mario (Mayer) e la Nebulosa di Andromeda - 1612;
- Edmund Halley (1656-1742) e le “*nebulose o sacche luminose visibili tra le stelle fisse*” (Philosophical Transactions);
- Jean Baptiste Le Gentil (1725-1792) e NGC 205, il compagno compatto di Andromeda;
- Nicolas-Louis de Lacaille (1713-1762) e le “*stelle nebulose*” osservate da Capo di Buona Speranza.



# Verso le galassie

- Charles Messier (1730-1817),  
astronomo della marina e cacciatore di  
comete ed il suo Catalogo



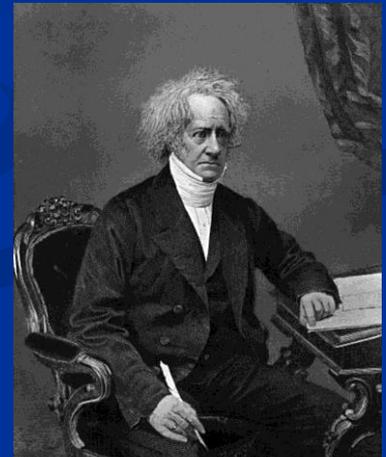
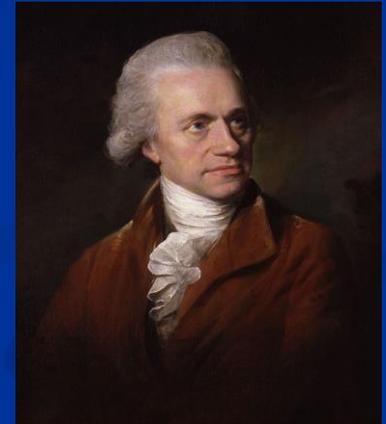
- Oggetti nebulari;

- Ammassi stellari. [Fai clic per aggiungere del t](#)

Esempio: M 31 → Nebulosa di Andromeda

# Verso le galassie

- Thomas Wright (1711-1786) astronomo, matematico e architetto inglese;
- Immanuel Kant (1724-1804) filosofo illuminista tedesco;
- William Herschel (1738-1822), astronomo, fisico e compositore britannico oltre che costruttore di telescopi, nel 1786 trovò 2500 oggetti nebulari; aggiungere del testo
- John Herschel (1792-1871) astronomo, matematico e chimico prosegue il lavoro paterno Catalogo Generale nel 1888  
New General Catalogue (NGC)  
7800 oggetti nebulari



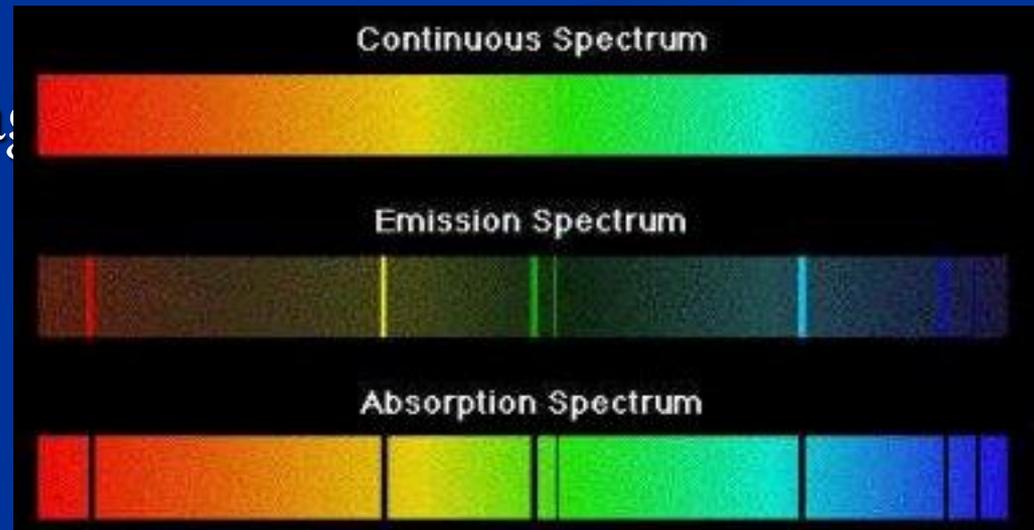
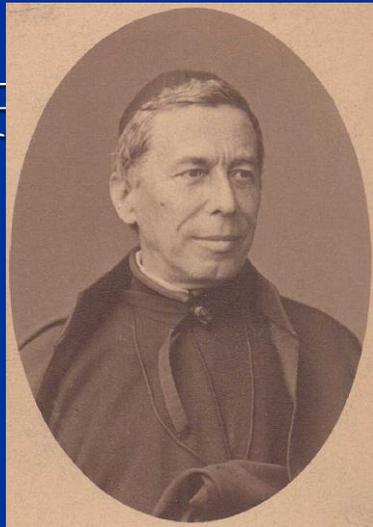
# Gli Universi-Isola e la natura delle Nebulose

“Senza dubbio nessun esperto, tenendo conto di tutte le informazioni disponibili, può affermare che una qualsiasi nebulosa sia un sistema stellare paragonabile alla nostra galassia.”

Agnes Mary Clerke (storica dell'astronomia), *System of Stars* (1890)

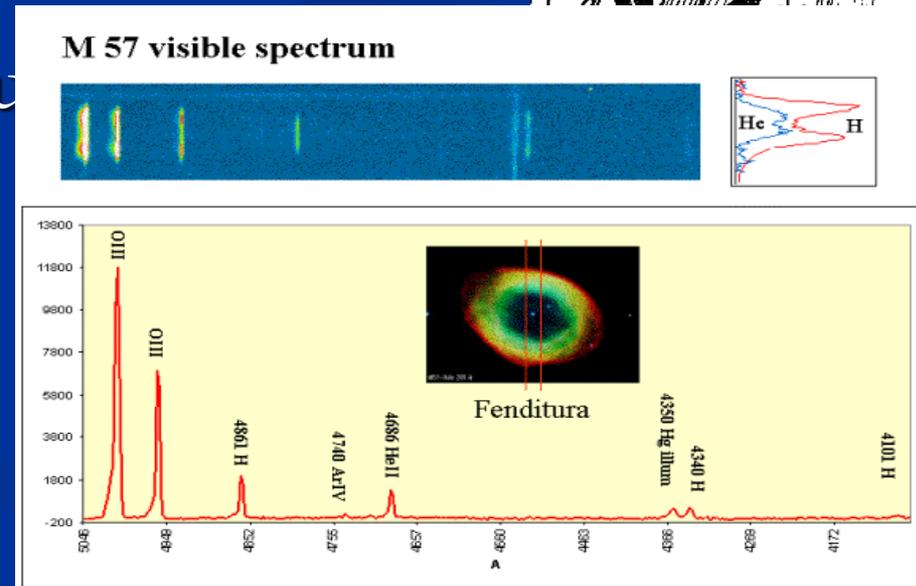
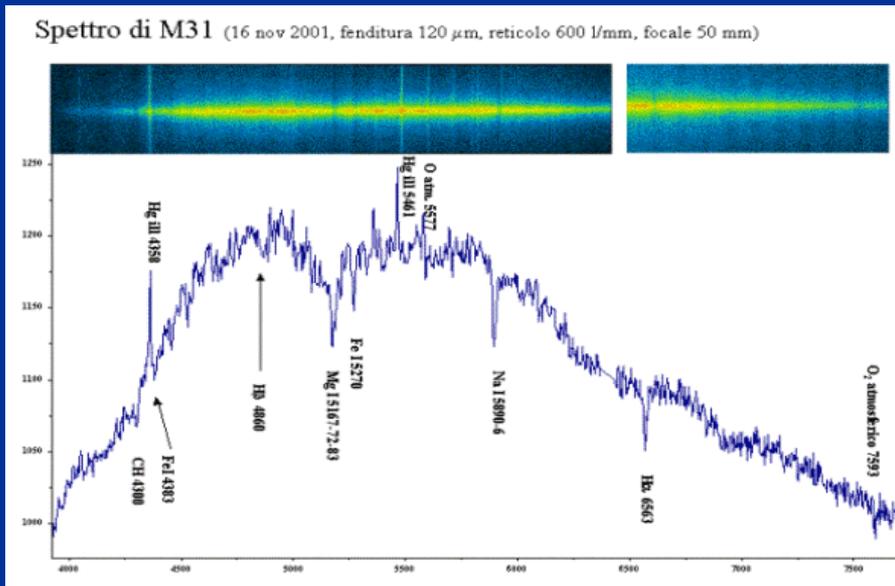
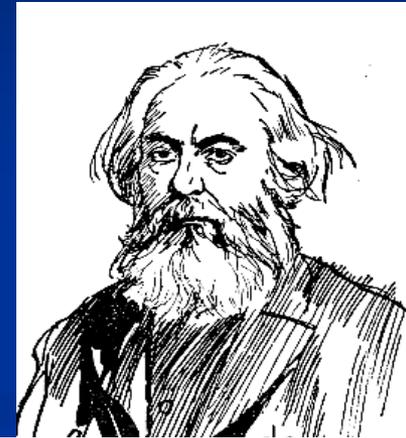
# Verso le galassie

- Alexander von Humboldt (1769-1859) ed il suo “*Cosmo: abbozzo di una descrizione fisica del Mondo*” e la spettroscopia;
- Padre Angelo Secchi (1818-1878) e la spettroscopia.



# Verso le galassie

- William Huggins (1824-1910) e gli spettri delle nebulose
  - Spettri continui simili a quelli stellari;
  - Spettri con righe brillanti come quelle riprodotte in laboratorio da Bunsen e Kirchoff in Germania.



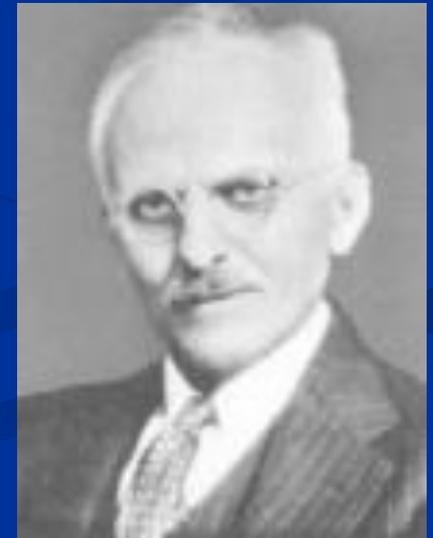
# Il Grande Dibattito

Il contesto Scientifico nel 1920

- L'Universo coincide con la Galassia
- L'Universo è finito
- La Galassia contiene tutte le stelle e tutte le nebulose, che si vedono in cielo
- Il Sole occupa una posizione centrale nella Galassia



Harlow Shapley (1885-1972)



Heber D. Curtis (1872-1942)

# Il Grande Dibattito

## La Controversia Scientifica

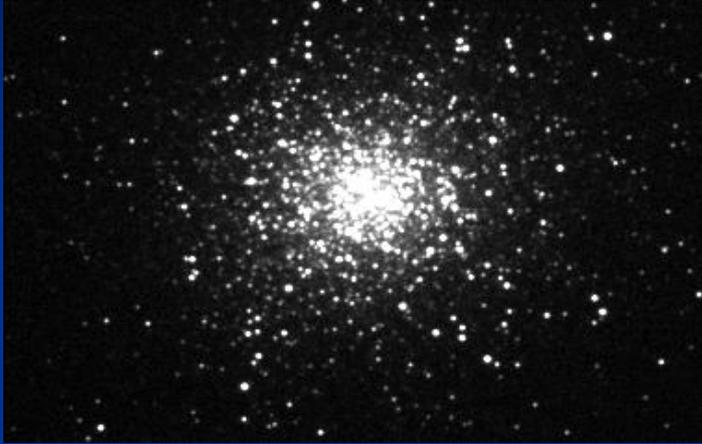
1) Forma, dimensioni e posizione del Sole nella Via Lattea

2) Le nebulose a spirale

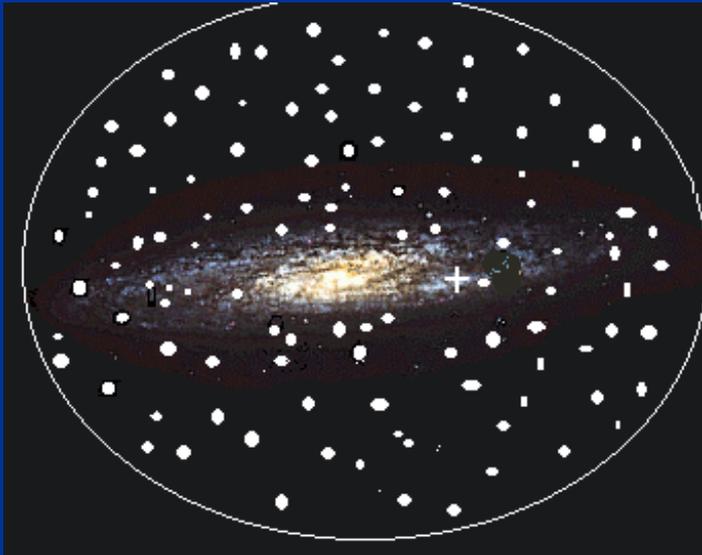
- da cosa sono costituite ?
- a che distanza si trovano ?
- per quale motivo hanno  
velocità radiali alte in  
allontanamento?
- fanno parte della Via Lattea o sono Universi Isola?



# L'intervento di Shapley

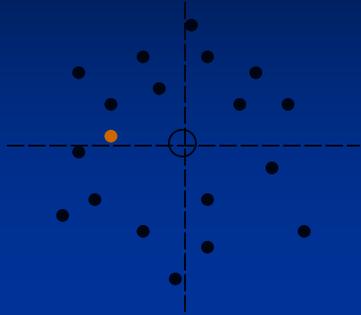


- Ho misurato la distanza degli ammassi globulari (M13 ed altri) con il metodo delle Cefeidi e quello spettrofotometrico.

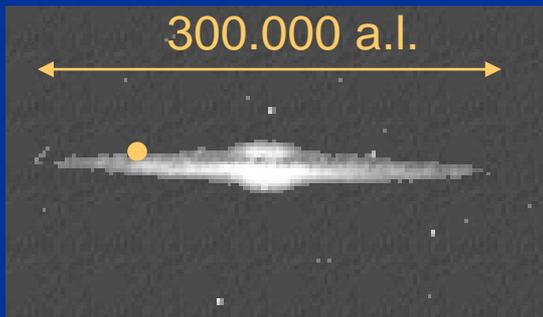


- La distribuzione degli ammassi globulari è sferica.
- Il centro di tale distribuzione coincide con il centro della Galassia

# L'intervento di Shapley

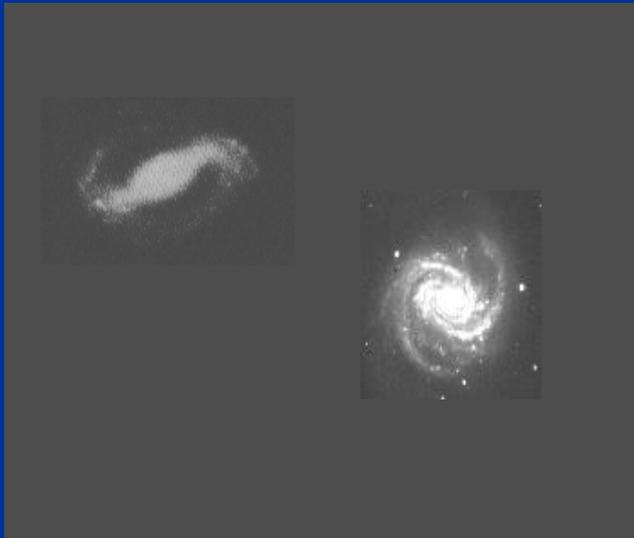
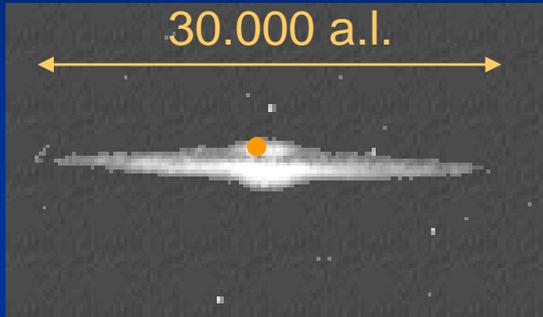


- La posizione del Sole non coincide con quella del baricentro della distribuzione degli ammassi globulari



- La galassia ha un'estensione di 300.000 anni luce
  - Il Sole dista dal centro 60.000 anni luce
- 
- Tutto ciò che si vede in cielo appartiene alla Galassia. Le nebulose a spirale sono formate da gas e sono spinte ai margini della Galassia dalla pressione della luce di tutte le sue stelle

# L'intervento di Curtis



- Dai conteggi di stelle e dalla misura delle distanze con metodi spettrofotometrici la Galassia ha una forma appiattita con raggio di 30.000 anni luce.
- Il Sole si trova nei pressi del centro della Galassia.
- Le nebulose a spirale sono formate da gas e stelle e sono in tutto e per tutto simili alla nostra Galassia.
- Di galassie ne esistono tante: esse costituiscono gli Universi Isola.

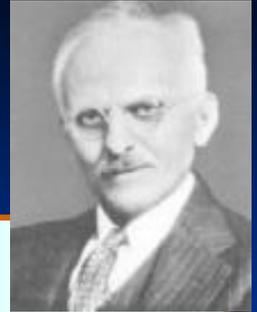
# Chi fu il vincitore?



## H. Shapley

- ✓ Il Sole non si trova al centro della Galassia
- ✓ La Galassia è molto più grande di quanto comunemente creduto

~~\* Le nebulose a spirale fanno parte della nostra Galassia e sono costituite da gas~~



## H. Curtis

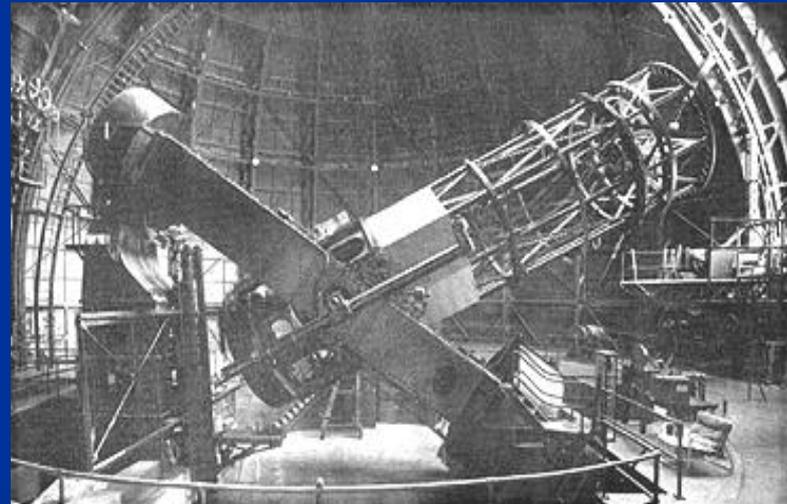
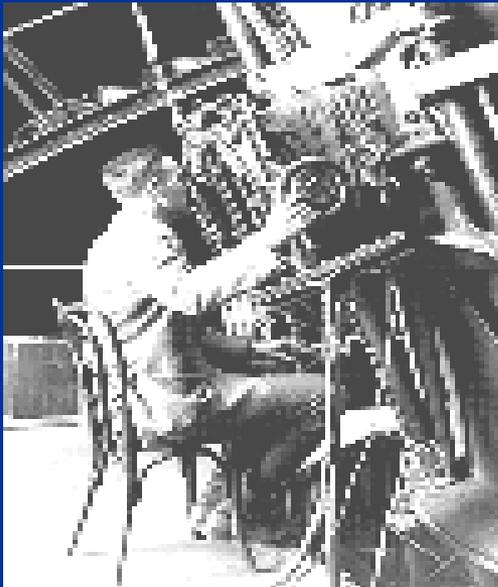
- ~~\* Il Sole si trova al centro della Galassia~~
- ~~\* Le dimensioni e la forma della Galassia sono quelle note~~
- ✓ Le nebulose a spirale sono altrettante galassie: esse costituiscono Universi separati gli uni dagli altri da distanze immense

Entrambi sostenevano tesi giuste ed errate

# Il "Maggiore" Hubble

Edwin Powell Hubble (1889-1953), astronomo e astrofisico statunitense

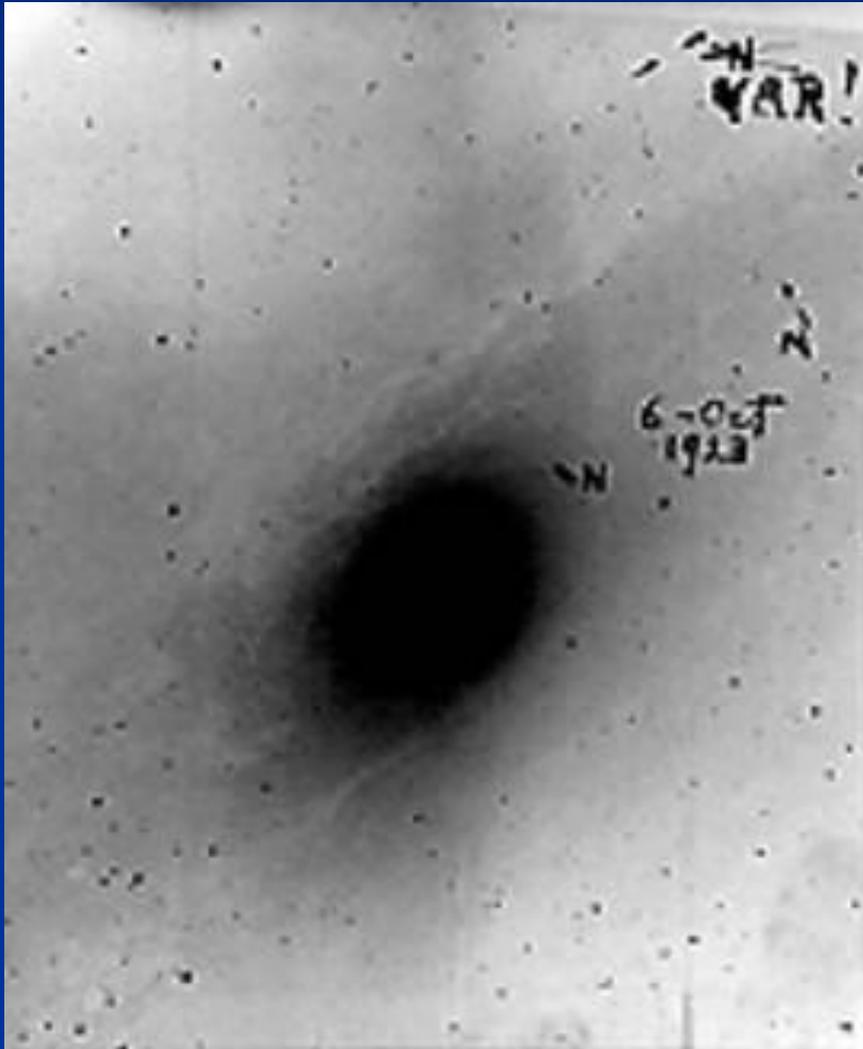
Nel breve volgere di alcuni anni i dubbi e le incertezze, che animarono il grande dibattito, furono definitivamente risolti per merito della nuova grande macchina per il cielo e del suo abile pilota



Il telescopio da 100" Hooker

# Il "Maggiore" Hubble

La distanza di Andromeda



Andromeda (M 31) fotografata da Hubble nel 1924 al telescopio da 100" di Mount Wilson con l'annotazione di suo pugno:

N Var !

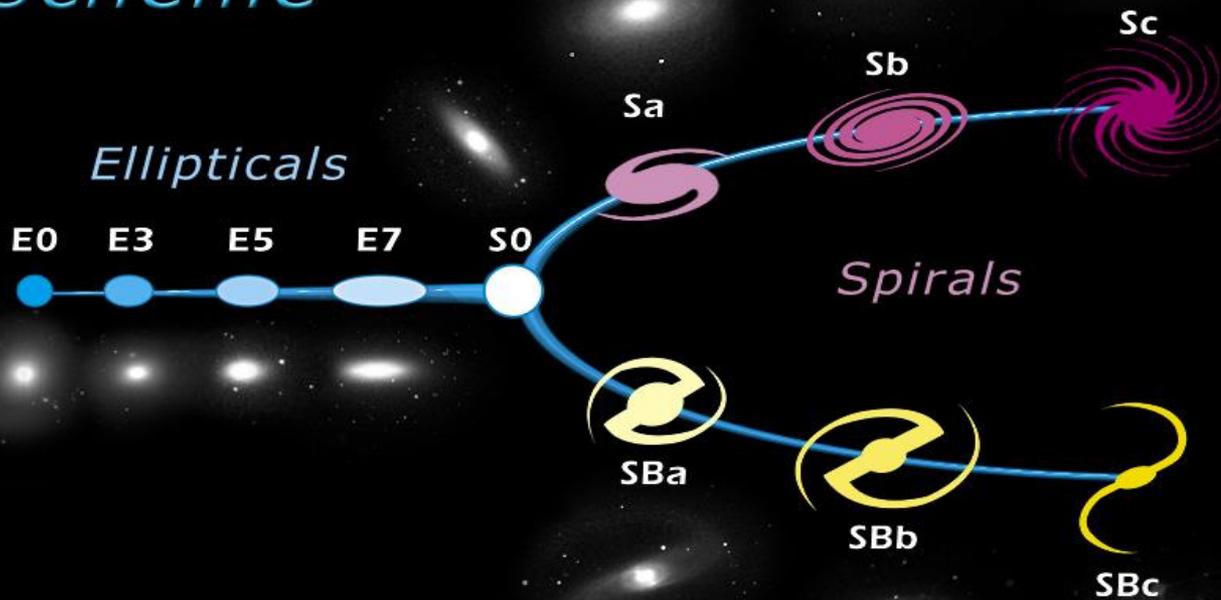
N poiché riteneva di avere trovato 3 novae, di cui una si risolse in una variabile cefeide

# Il "Maggiore" Hubble

La Classificazione delle Galassie

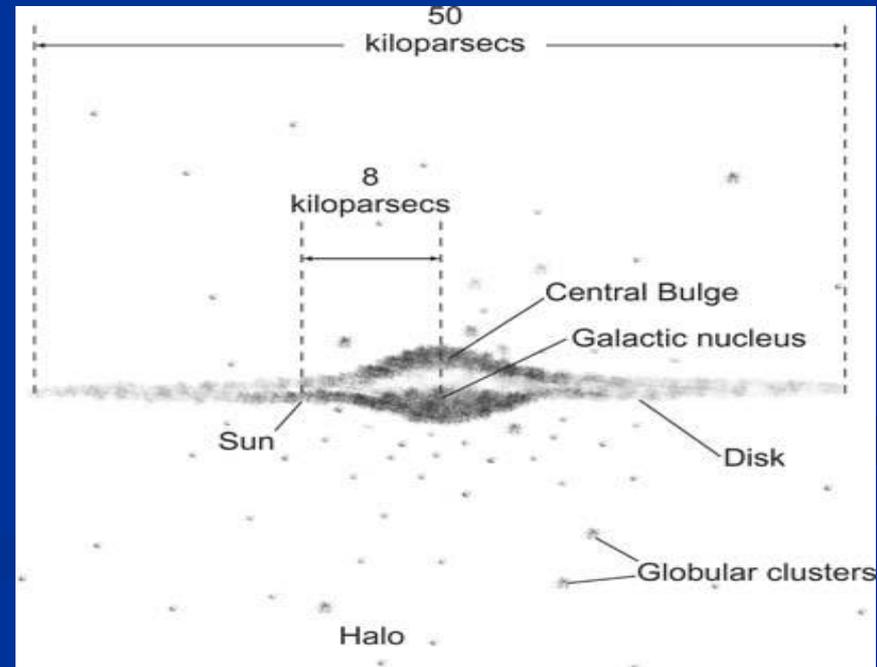
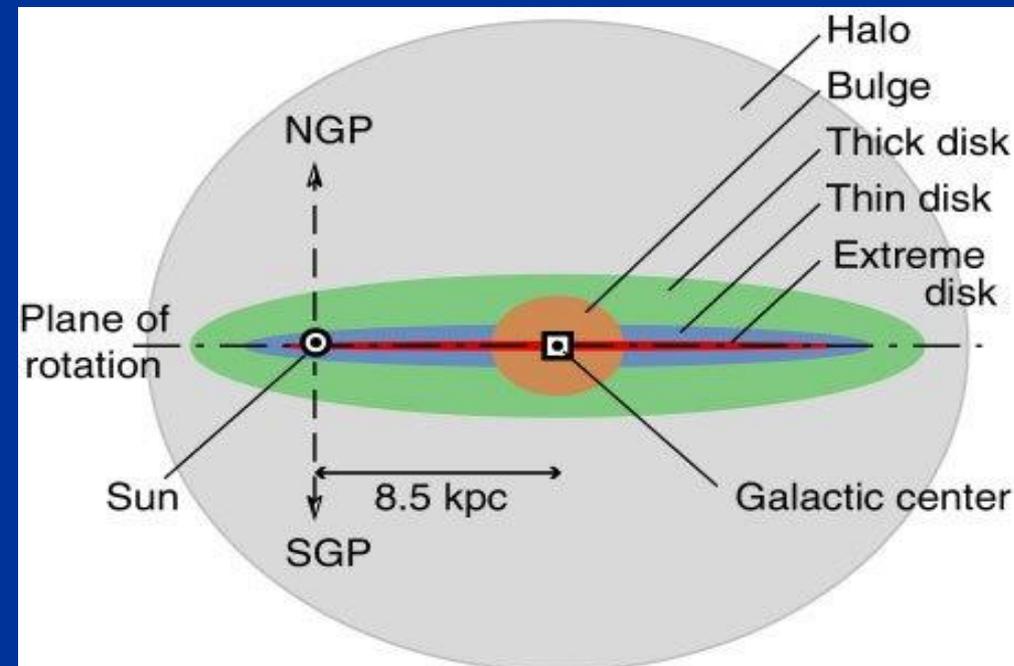
The Realm of Nebulae,  
classificazione "a  
forchetta"

## Edwin Hubble's Classification Scheme



# Carta d'identità

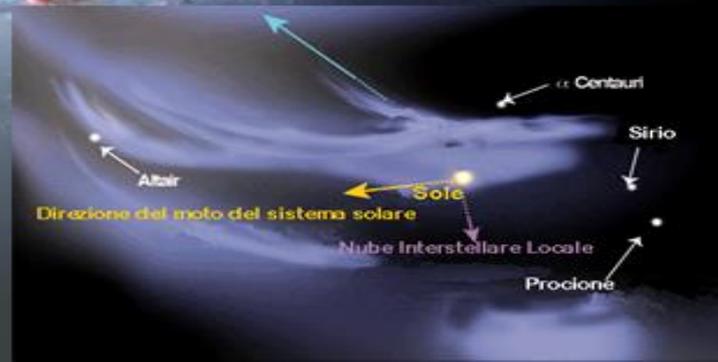
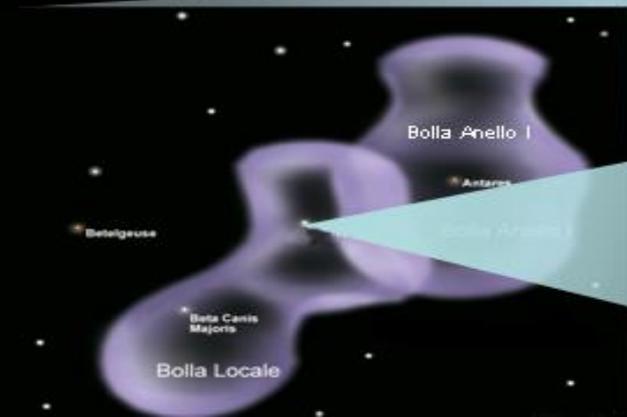
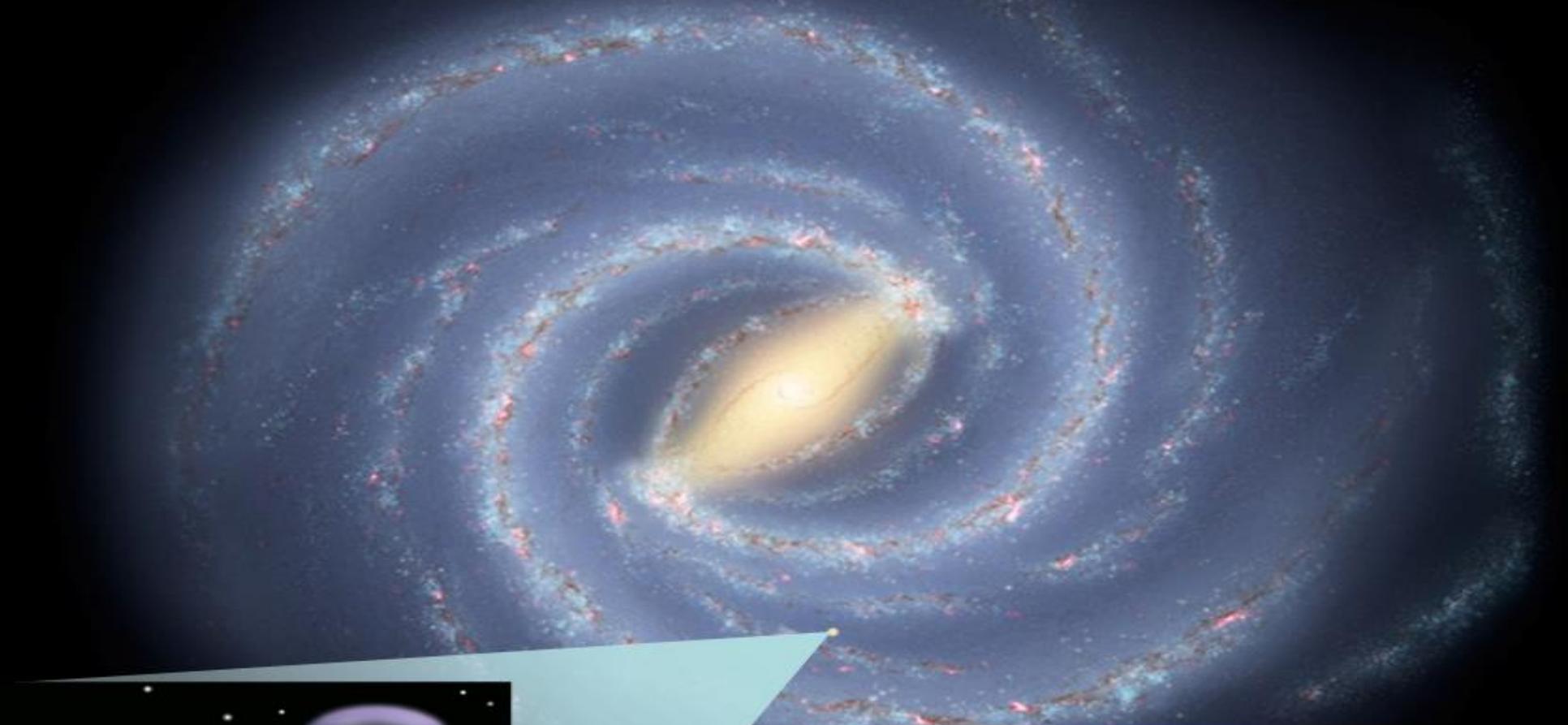
- Dimensioni: ca. 100 000 anni luce
- Massa: centinaia di miliardi di Stelle + gas + polveri + ... (materia oscura?)



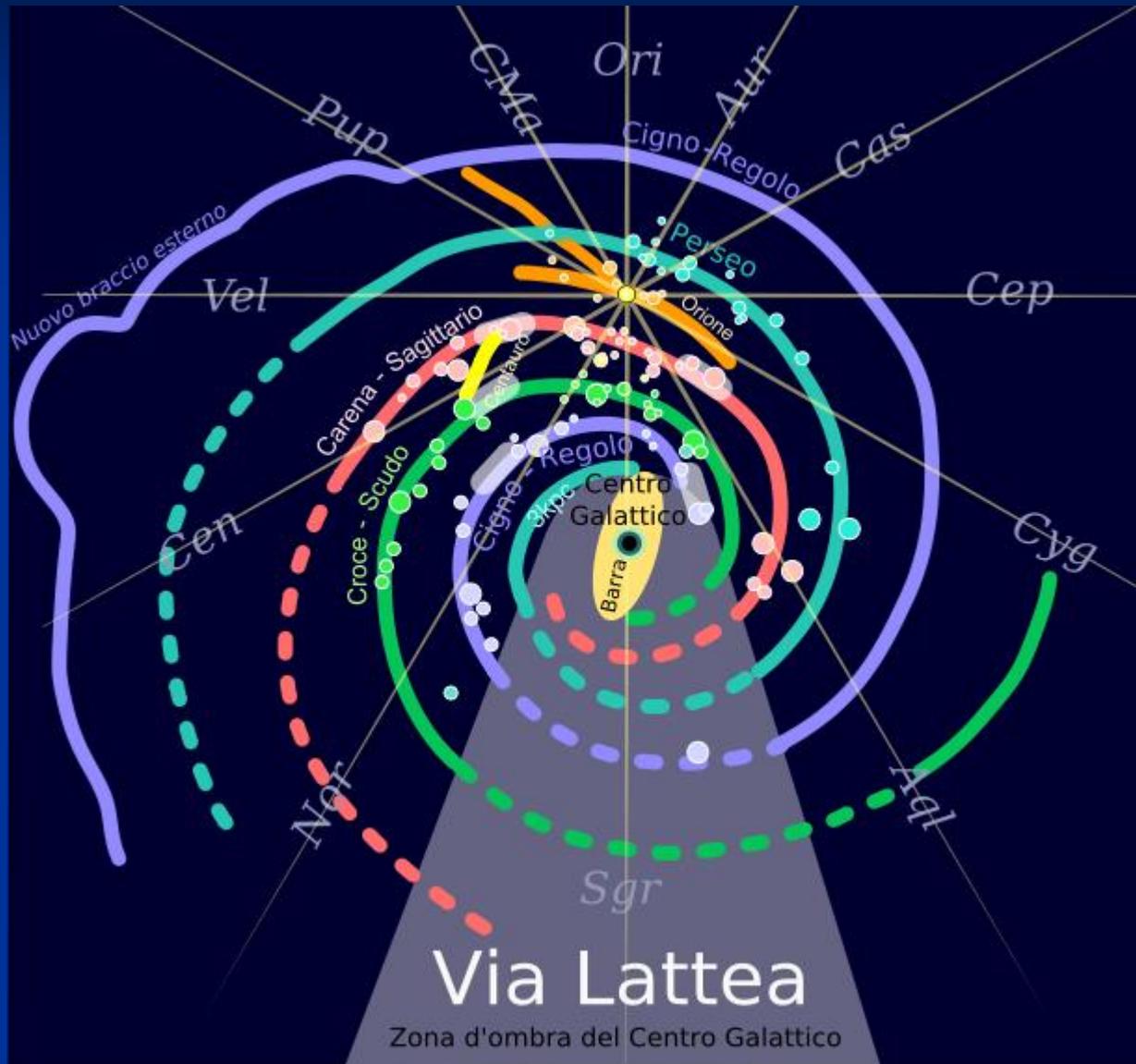
# Carta d'identità



# Carta d'identità

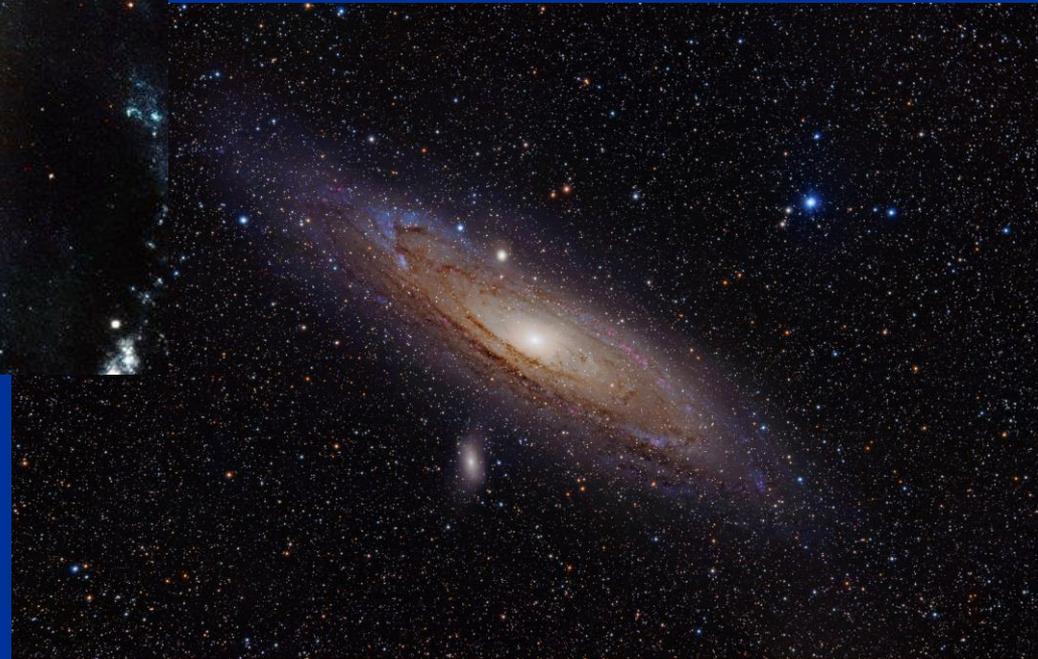


# Carta d'identità

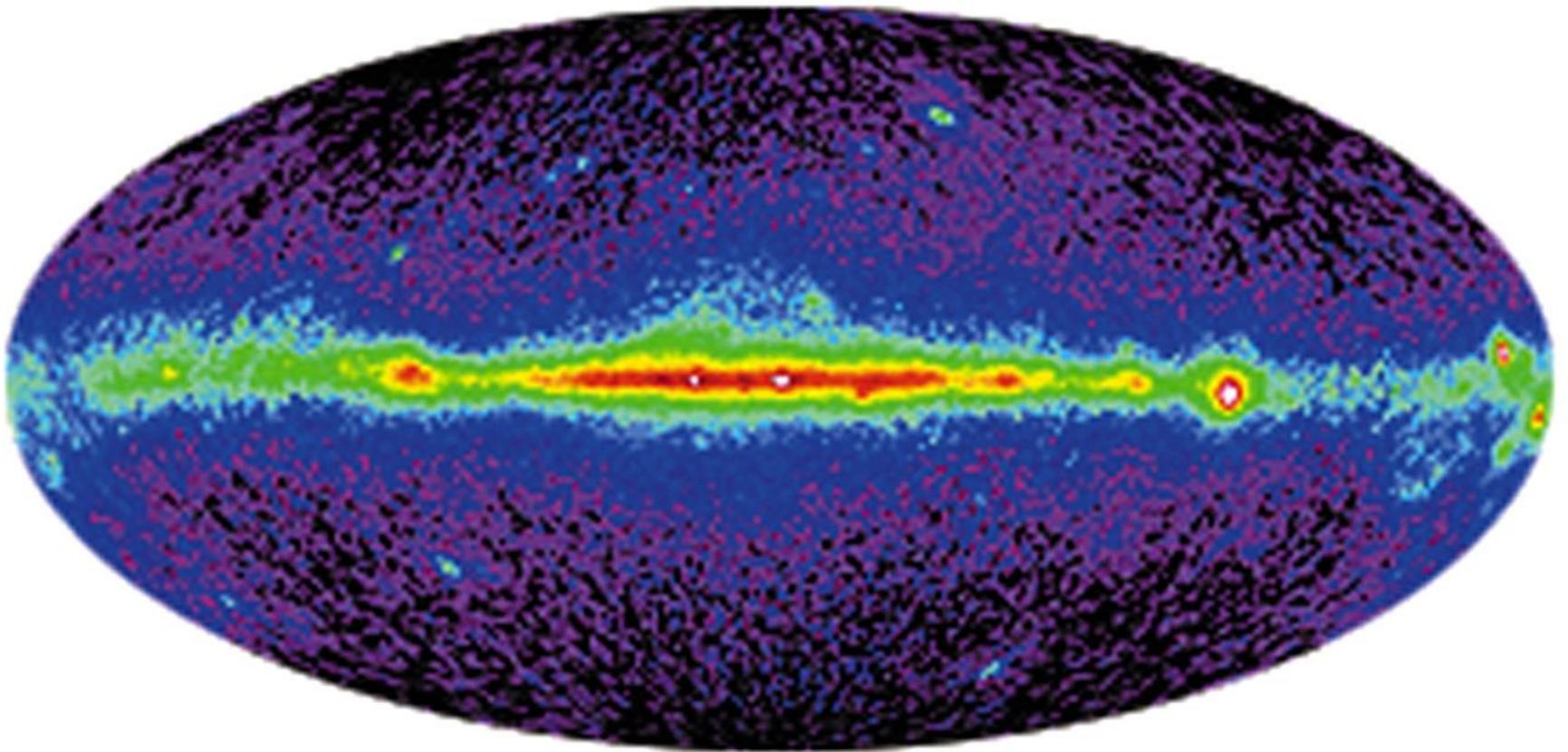


# Carta d'identità

M 101 (Orsa Maggiore) e M 31 (Nebulosa di Andromeda)

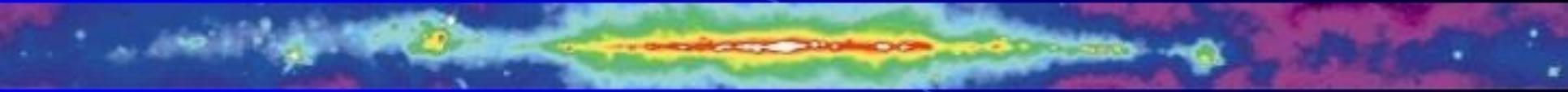


# I diversi volti della Via Lattea



e

# I diversi volti della Via Lattea



radio



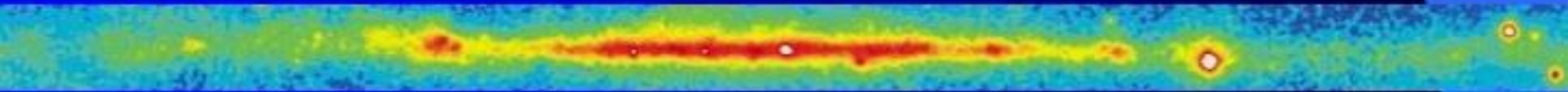
infrarosso



luce visibile



raggi X

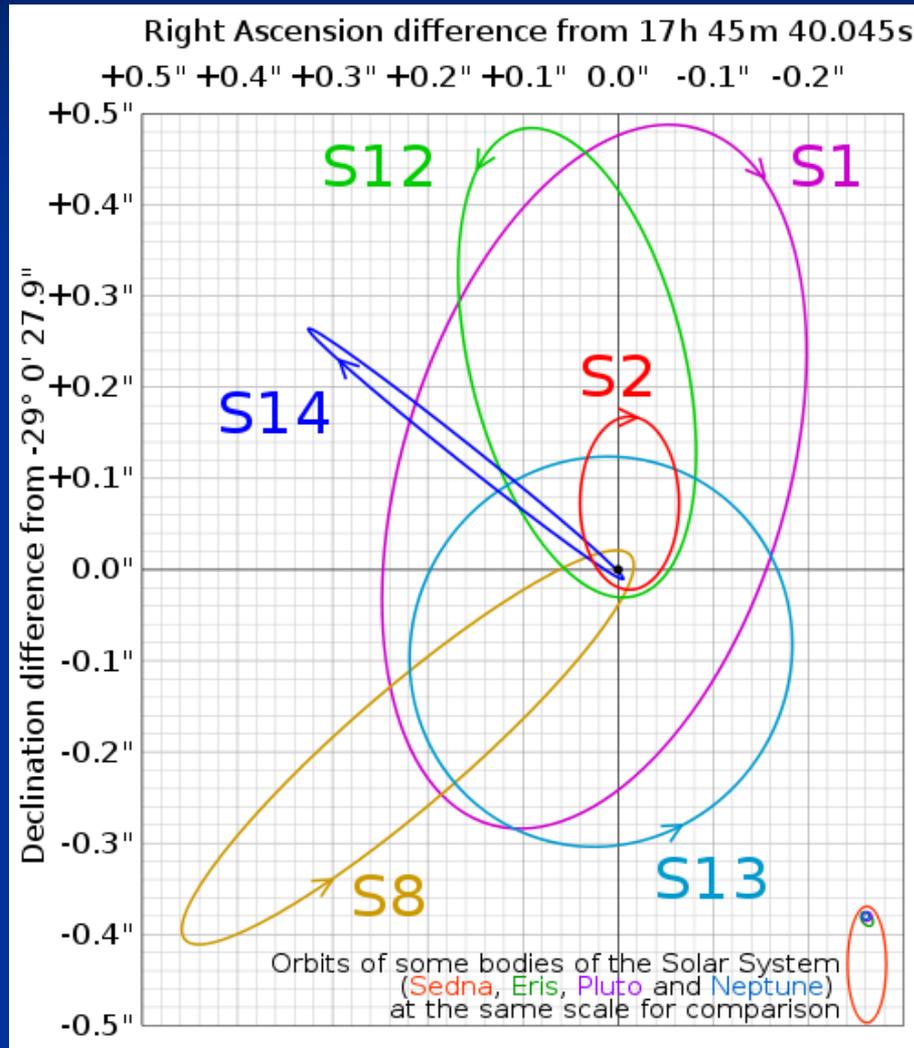


raggi gamma

# Il Centro Galattico



# La Via Lattea ospita un Buco Nero?



# Gli oggetti del Cielo Profondo

- **Nebulose:** nebulose planetarie, resti di supernovae, nebulose a emissione, nebulose a riflessione e nebulose oscure



- **Ammassi Stellari:**
  - ammassi aperti
  - ammassi globulari



- **Galassie:** unici oggetti extragalattici



# Galassie – Classificazione di Hubble

Galassie Ellittiche: E0 - E7

- Galassie Lenticolari: S0

Galassie a Spirale:

- Spirali: Sa – Sb – Sc
- Spirali barrate: SBa – SBb – SBc

Galassie Irregolari

# Galassie – Classificazione di Hubble

Galassie Ellittiche: E0 - E7

- Galassie Lenticolari: S0

Galassie a Spirale:

- Spirali: Sa – Sb – Sc
- Spirali barrate: SBa – SBb – SBc

Galassie Irregolari

# Galassie – Classificazione di Hubble

Galassie Ellittiche: E0 - E7

- Galassie Lenticolari: S0

Galassie a Spirale:

- Spirali: Sa – Sb – Sc
- Spirali barrate: SBa – SBb – SBc

Galassie Irregolari

# Galassie – Classificazione di Hubble

Galassie Ellittiche: E0 - E7

- Galassie Lenticolari: S0

Galassie a Spirale:

- Spirali: Sa – Sb – Sc
- Spirali barrate: SBa – SBb – SBc

Galassie Irregolari



**Sun**

# Galassie – Classificazione di Hubble

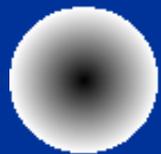
Galassie Ellittiche: E0 - E7

- Galassie Lenticolari: S0

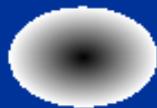
Galassie a Spirale:

- Spirali: Sa – Sb – Sc
- Spirali barrate: SBa – SBb – SBc

Galassie Irregolari



E0



E4



E7



S0



Sa



Sb



Sc



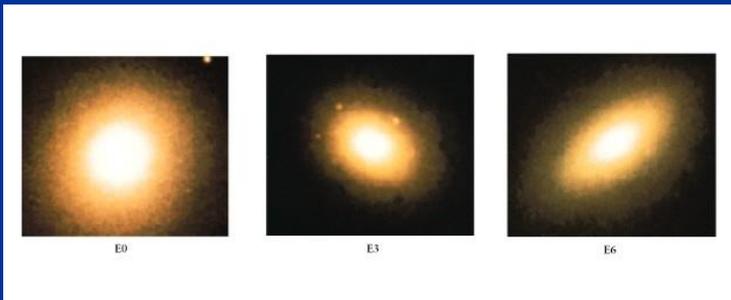
SBa



SBb



SBc



Sa



Sb



Sc



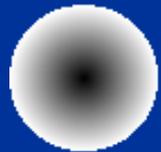
SBa



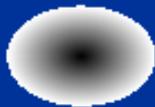
SBb



SBc



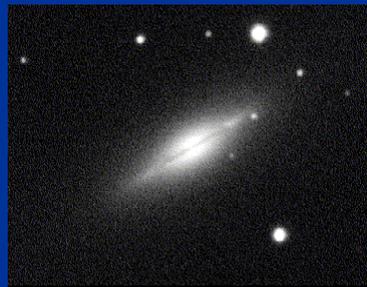
E0



E4



E7



Sa



Sb



Sc



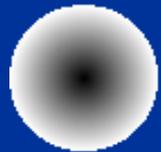
SBa



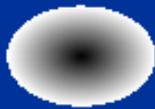
SBb



SBc



E0



E4



E7



S0



Sa



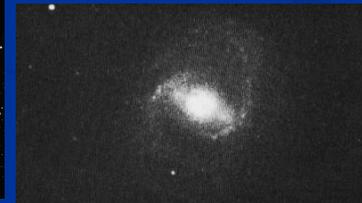
Sb



Sc



SBa



SBb



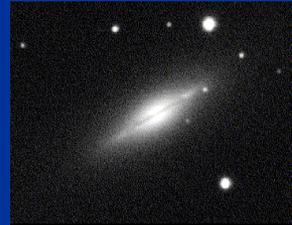
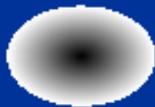
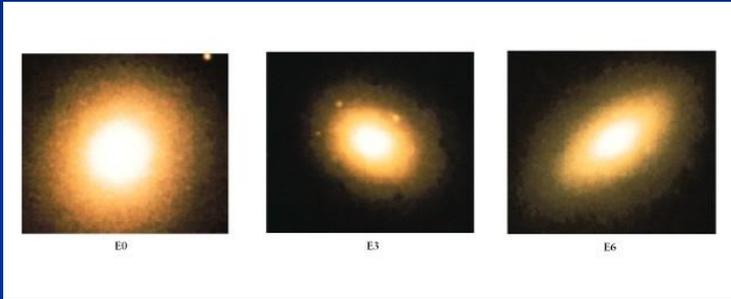
SBc



Sa

Sb

Sc



E0

E4

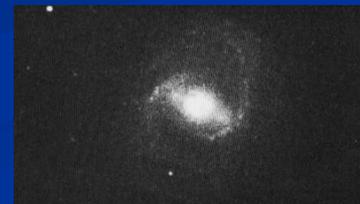
E7

S0

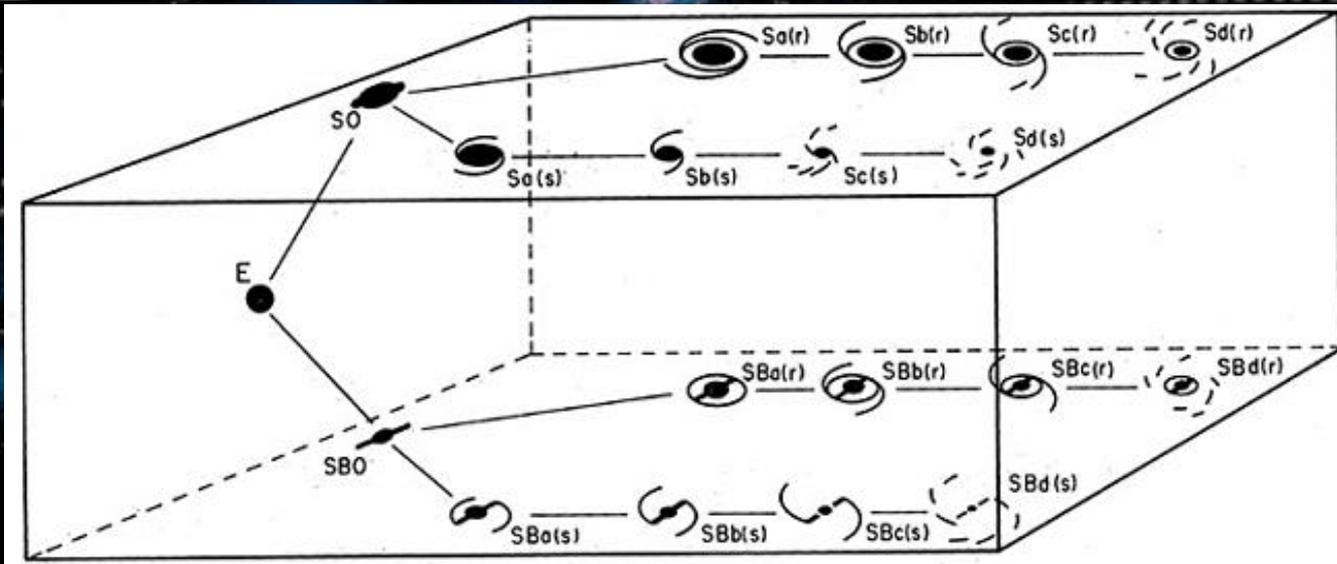
SBa

SBb

SBc



# Uno sguardo al Diagramma di Hubble..



Ellipticals

Irregulars

Weak Bulge

Weak Bulge

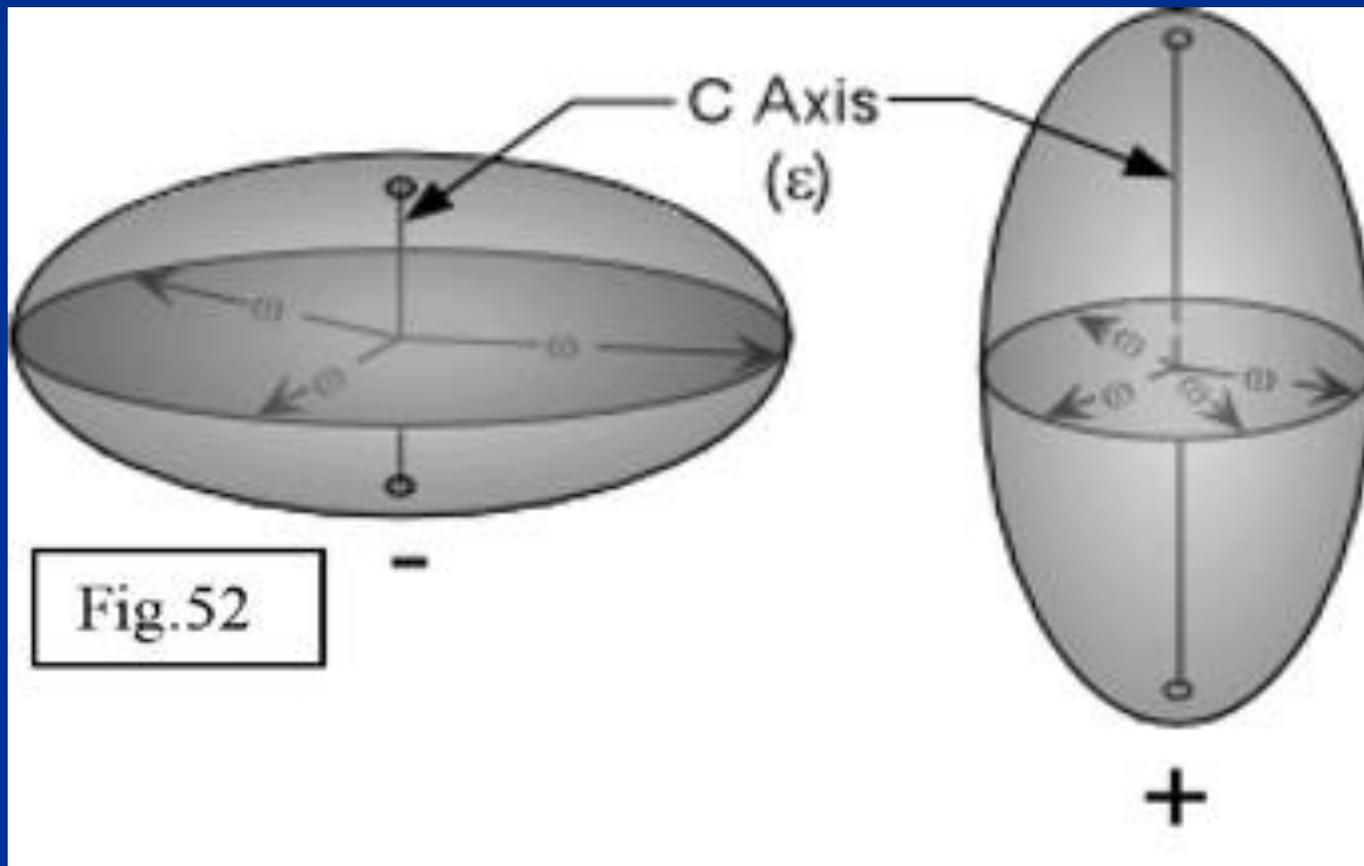
# M 87 – E0 (Virgo)



# M 110 – E5 (Andromeda)



# Interpretazione Ellittiche



**NGC 5866 (galassia fuso, Draco) - S0 (Lenticolare)**



# La galassia sombrero (M104, Virgo) - Sa



# La galassia di Andromeda (M31) - Sb



# La galassia del triangolo (M33) - Sc



# M 83 – Sba (Girandola, Hydra)



# M 109 – Sbb (Ursa Major)



# NGC 1300 – Sbc (Eridanus)

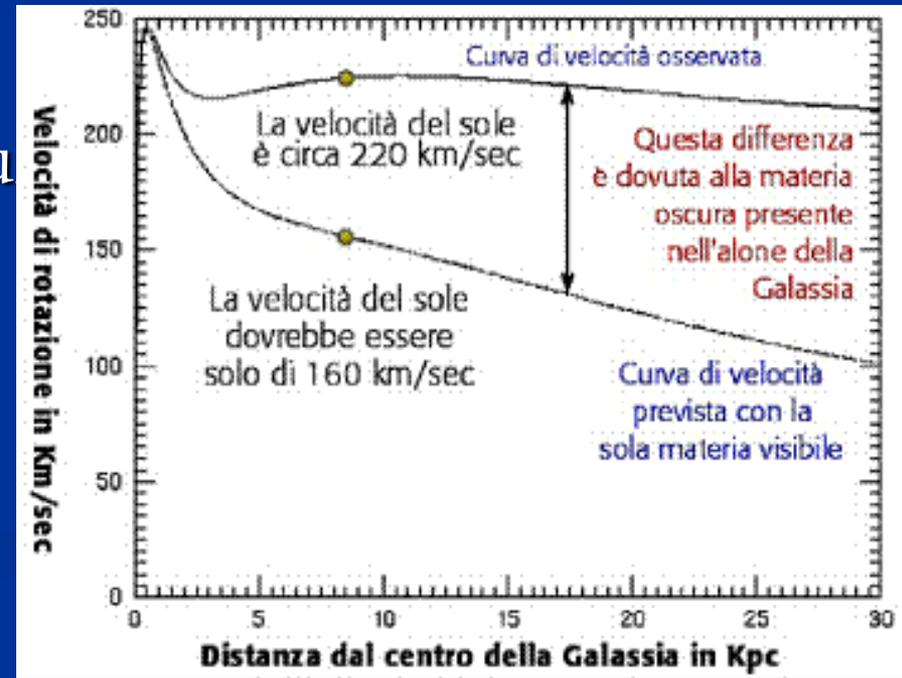
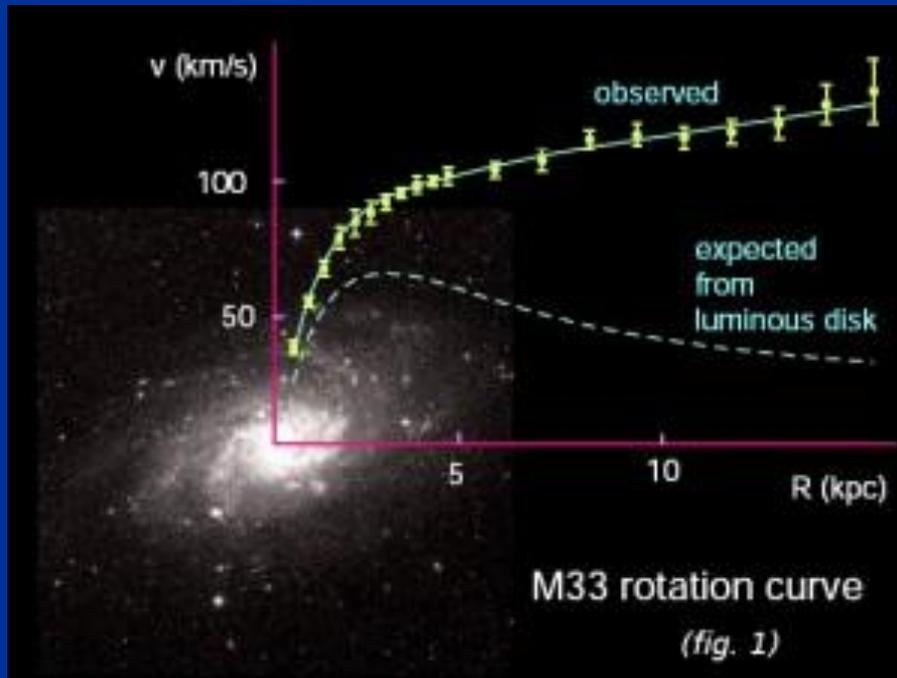


# La Massa delle Spirali

- Rotazione disco rigido;
- Rotazione Pianeti nel Sistema Solare;

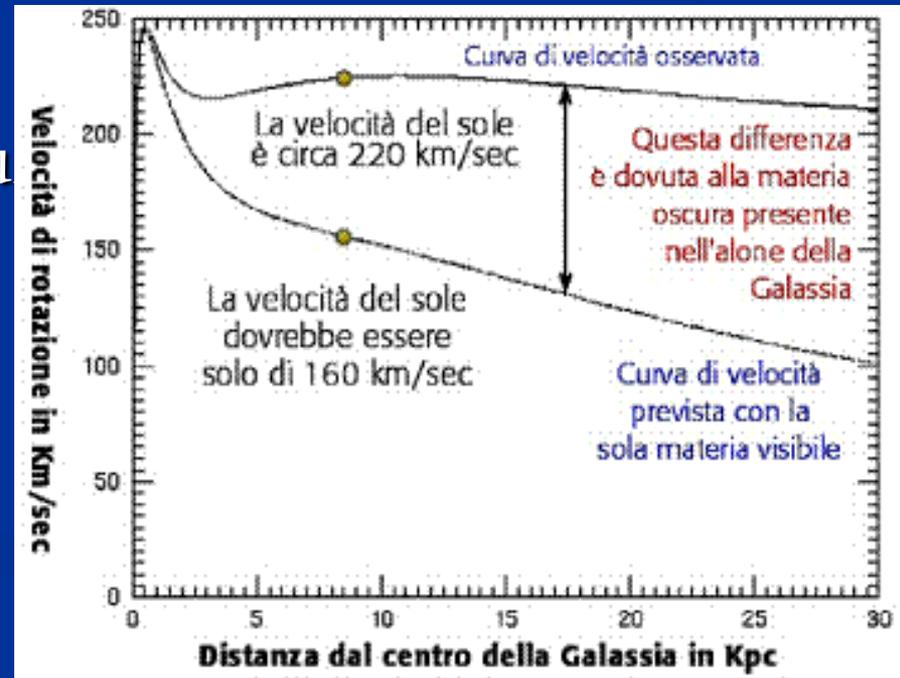
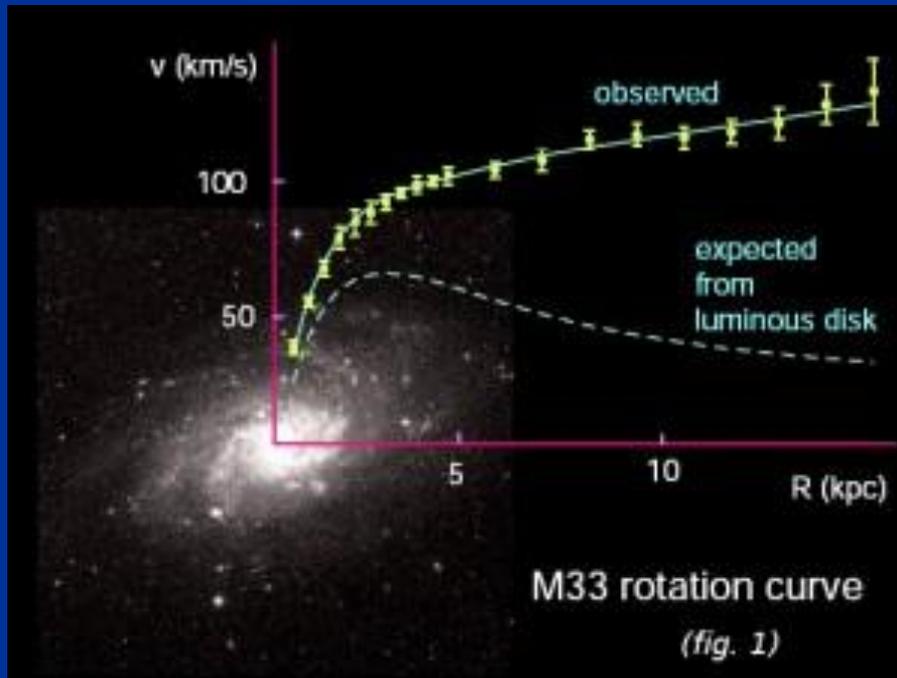
$$V = G M_s / r$$

- Rotazione delle Galassie a Spirale.  $M(r_1) > M(r)$  con  $r_1 > r_2$



# La Massa mancante..

- Fritz Zwicky e la “massa mancante” negli ammassi di galassie;
- La Materia Oscura (Dark Matter) nelle Spirali



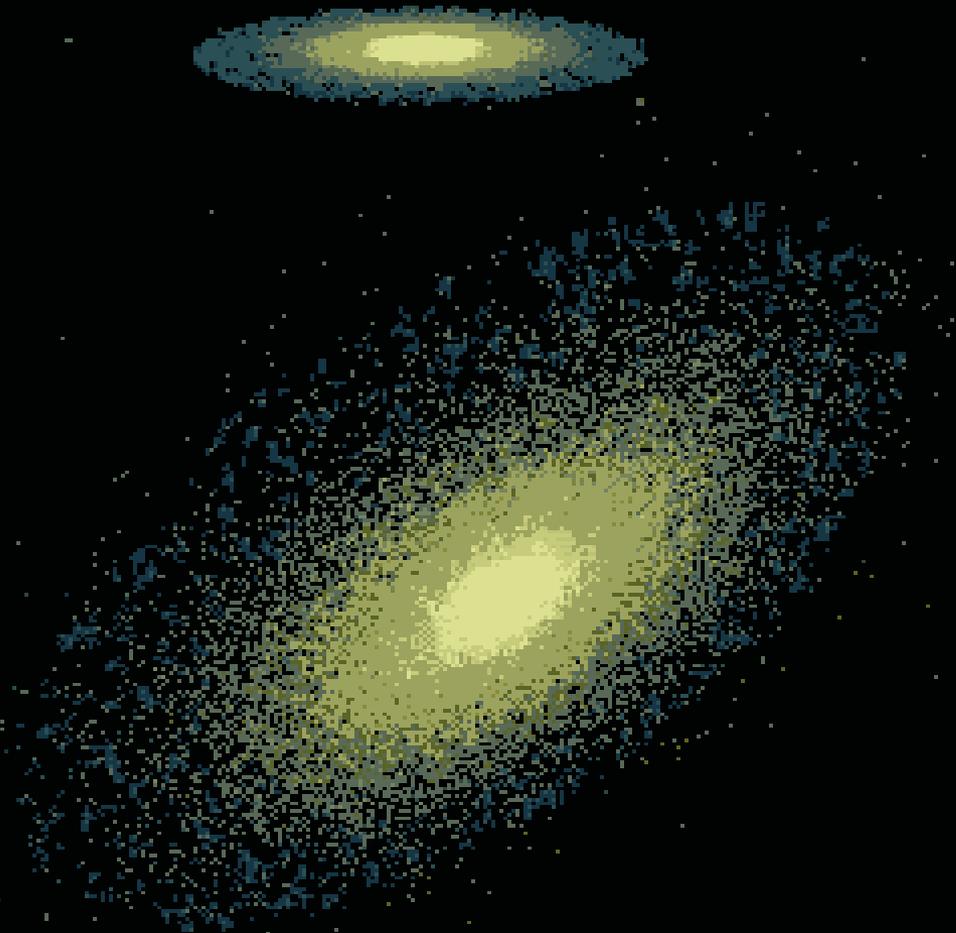
# La grande nube di Magellano



# La piccola nube di Magellano



# Galassie irregolari – interazione tra galassie



# Le antenne (Corvus)



# Irregolari/Peculiari



# Irregolari/Peculiari



# Irregolari/Peculiari



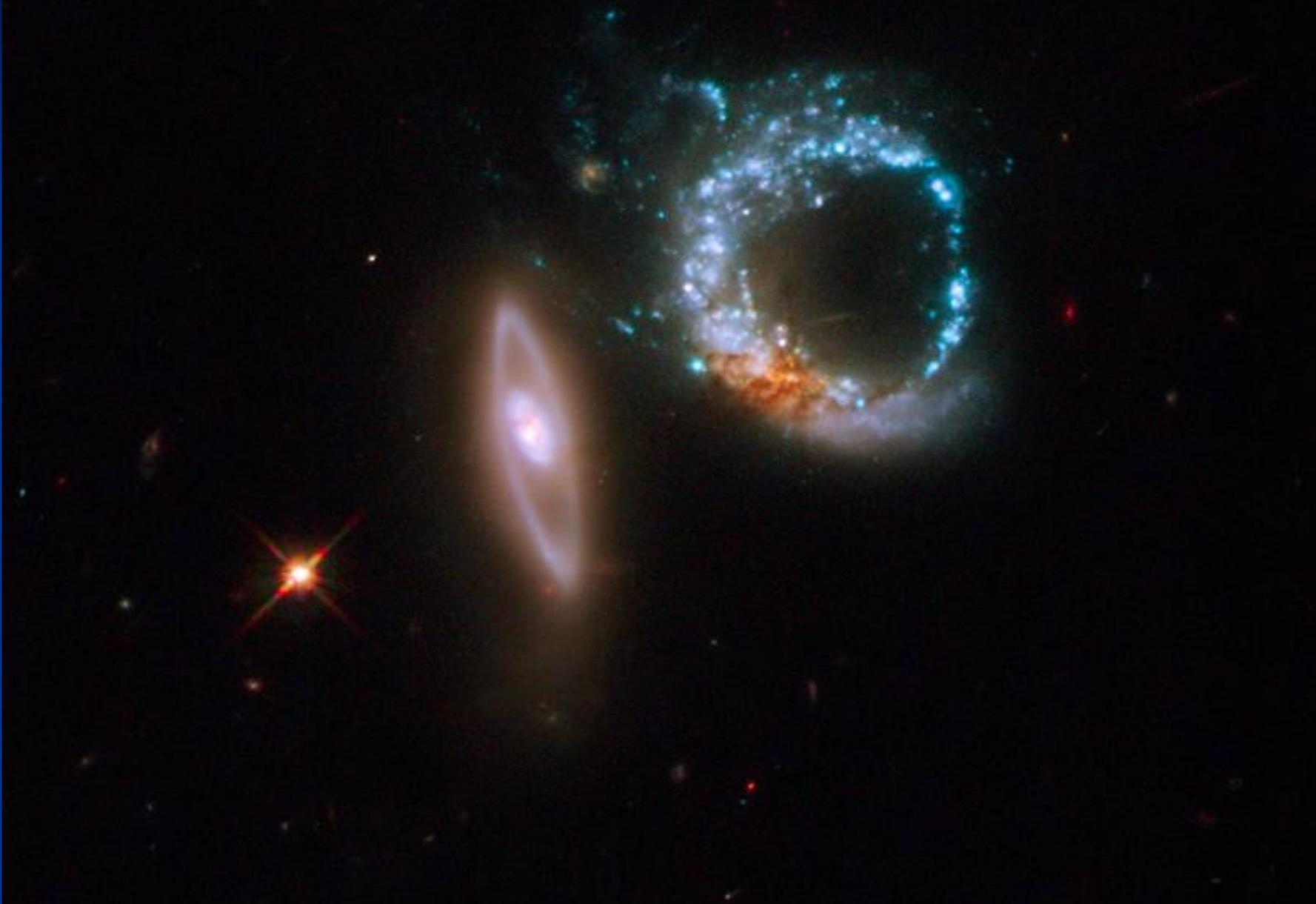
# Irregolari/Peculiari



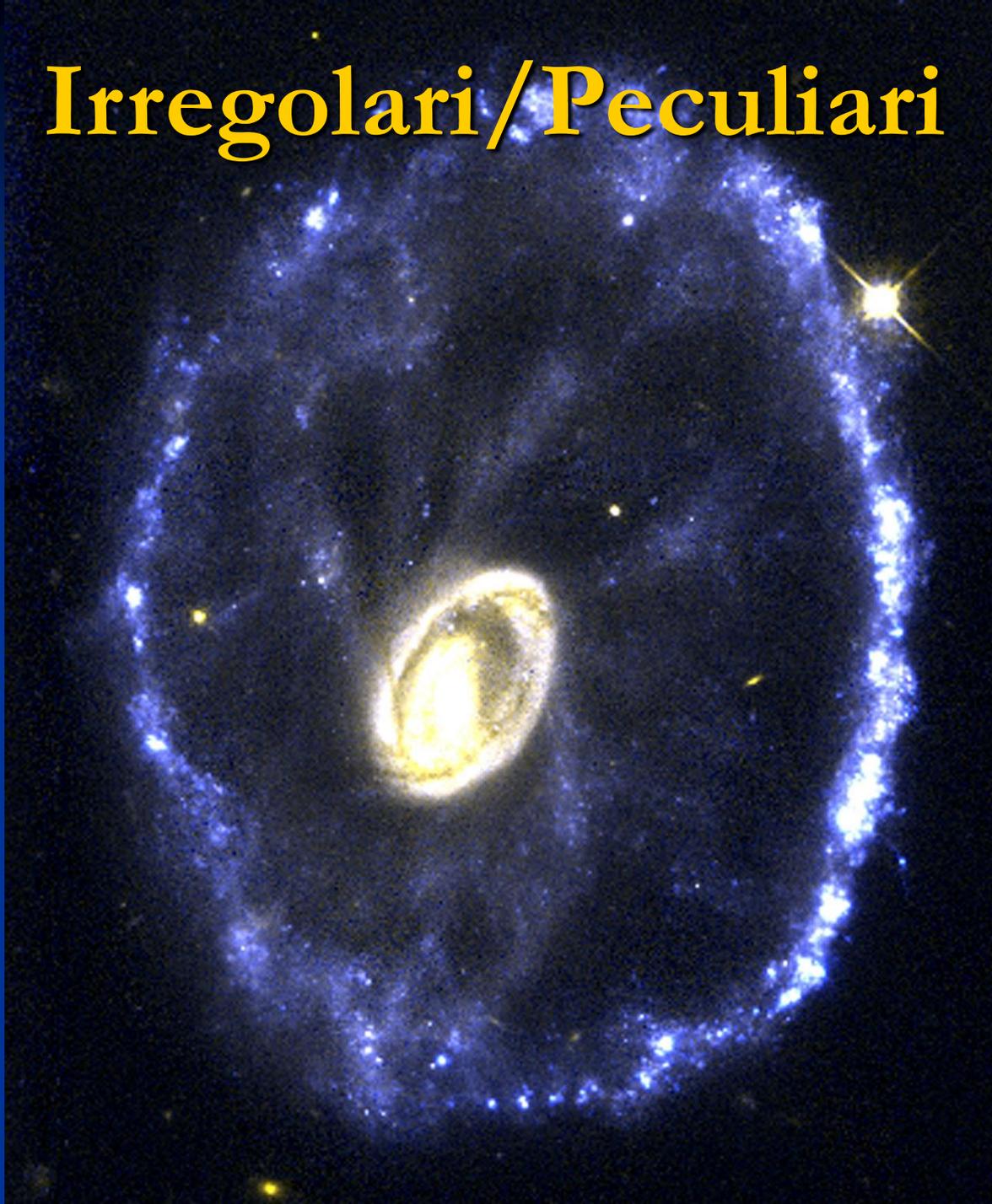
# Irregolari/Peculiari



# Irregolari/Peculiari



# Irregolari/Peculiari



# Irregolari/Peculiari



# Irregolari/Peculiari



# Il "Maggiore" Hubble

## Velocità delle nebulose (1929)

- Velocità di Galassie progressivamente più distanti (Hubble)

$$V = H_0 d$$

- Le velocità sono una frazione importante della velocità della luce. In Hydra 100 miliardi di stelle si allontanano con velocità  $0.4c$ .

- Le galassie non si espandono nello spazio, ma con lo spazio.

