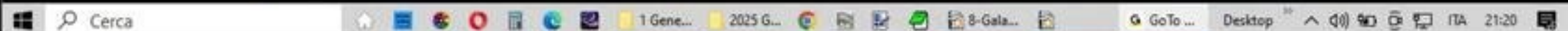




Galassie



Accademia delle Stelle

Corso di Astronomia

Galassie



La volta scorsa ci siamo chiesti
quale sia la più piccola stella visibile
ad occhio nudo, dato che non
vediamo nessuna stella fiorente di
classe M...

La volta scorsa ci siamo chiesti quale sia la più piccola stella visibile ad occhio nudo, dato che non vediamo nessuna stella fiorente di classe M...

La più piccola stella visibile ad occhio nudo è 61 Cygni (è doppia)

Entrambe le componenti sono di classe K:

61 Cygni A: K5 V

61 Cygni B: K7 V

Masse:

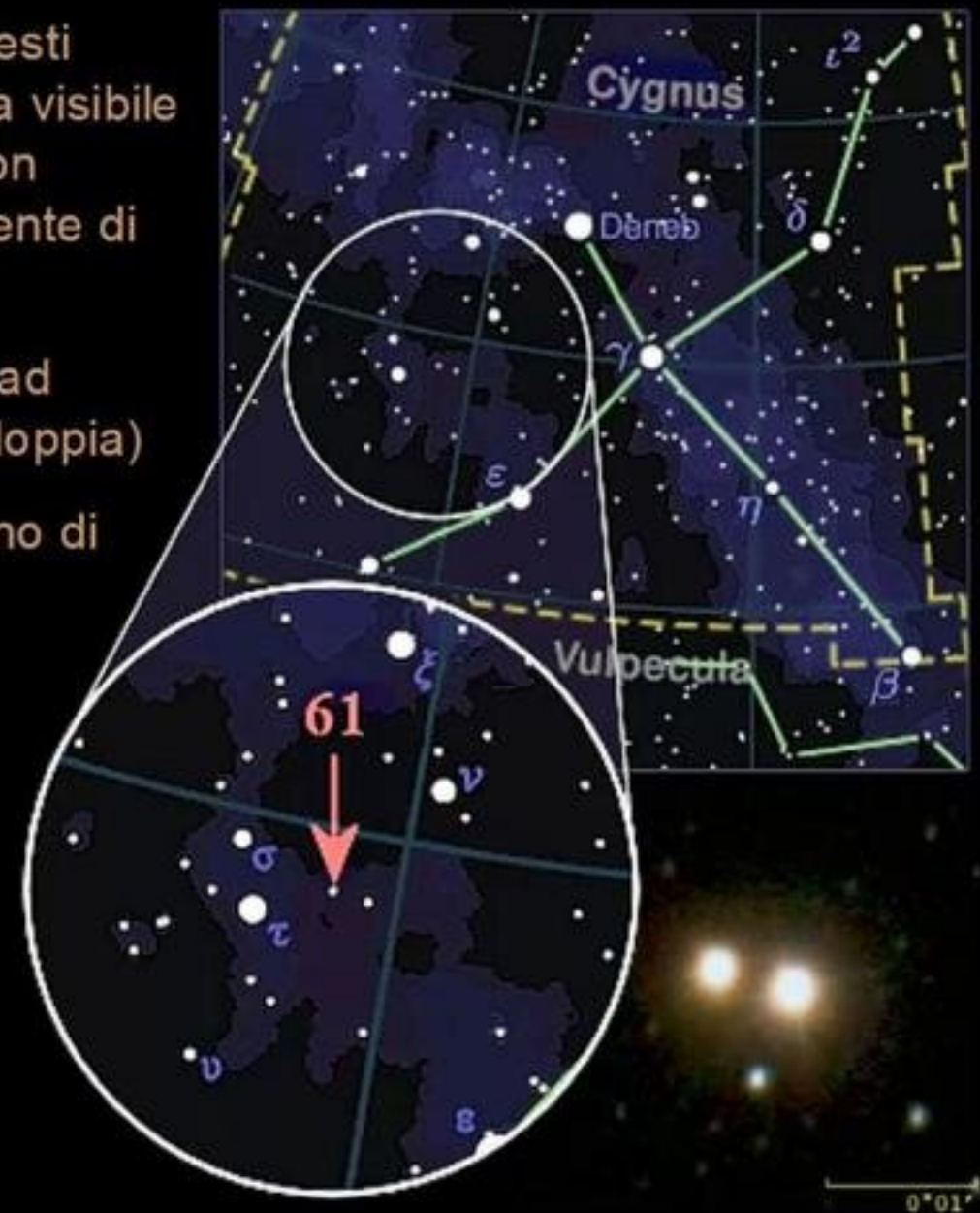
A: $0,70 M_{\odot}$

B: $0,63 M_{\odot}$

Appaiono di magnitudine:

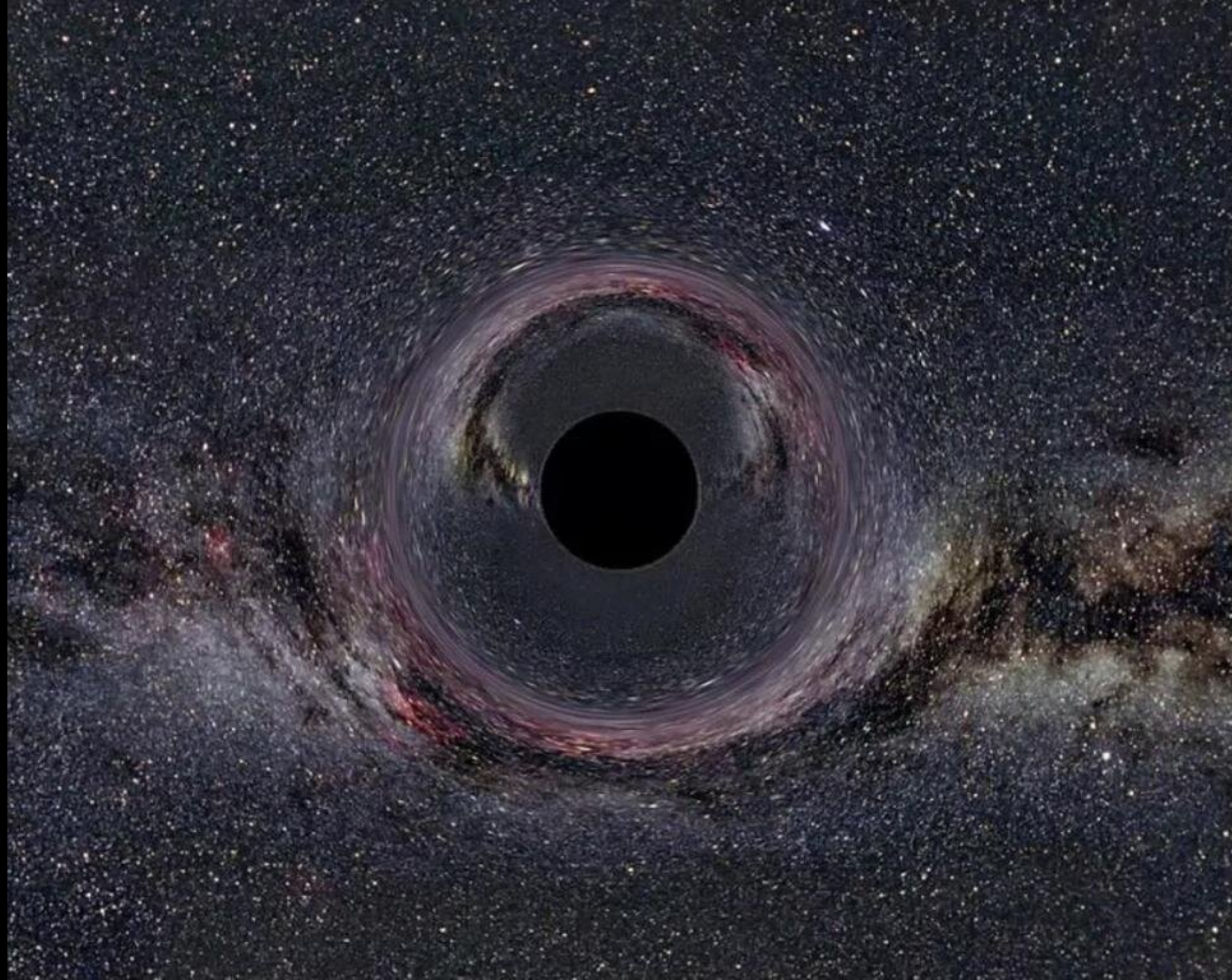
61 Cygni A: 5,217

61 Cygni B: 6,03









Possibili buchi neri di massa stellare nella nostra Galassia

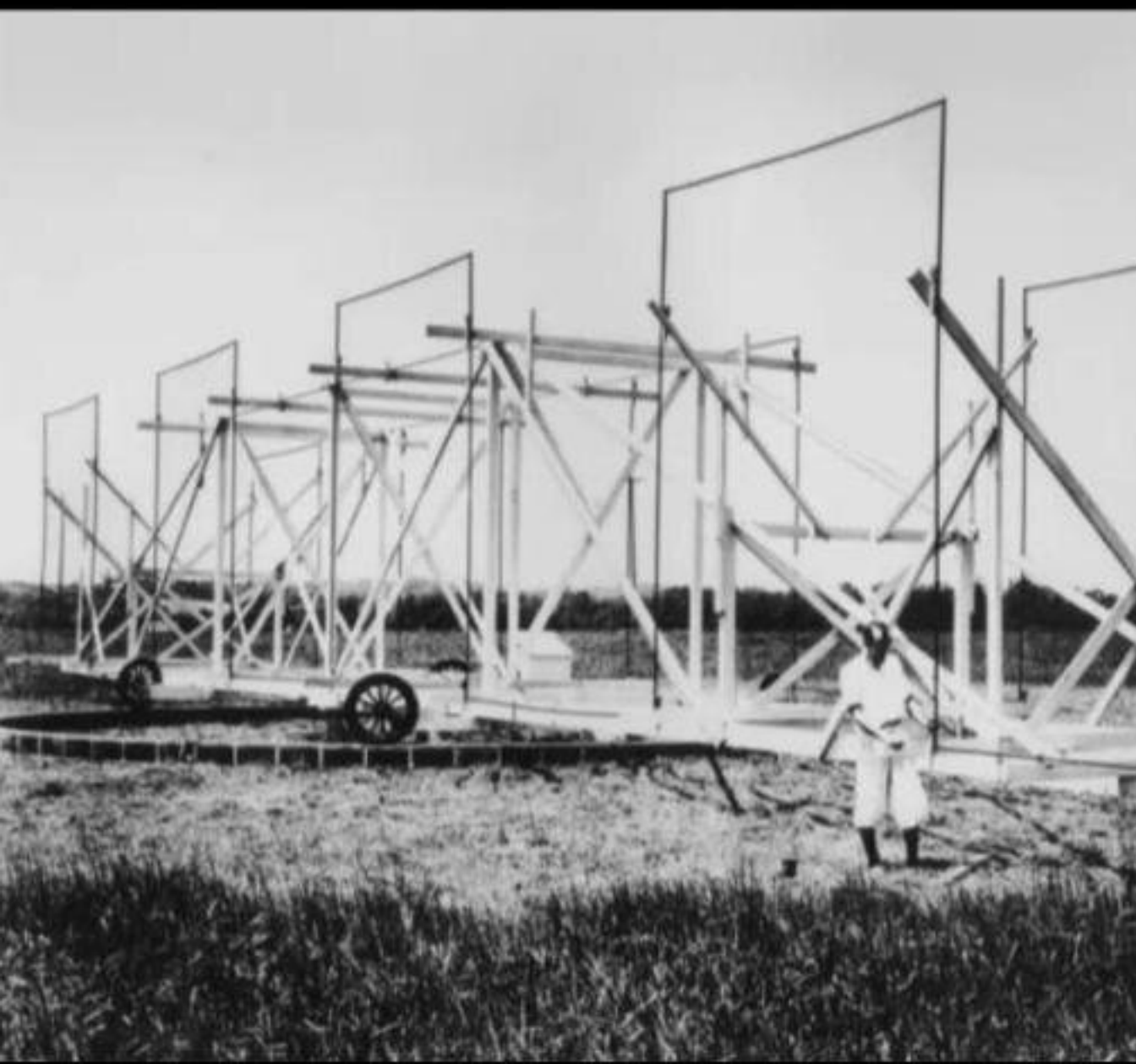
Nome	Massa del buco nero ($M_{\odot}$)	Massa del compagno stellare ($M_{\odot}$)	Periodo orbitale (giorni)	Distanza dalla Terra (anni luce)
A0620-00	9-13	2,6-2,8	0,33	~ 3500
GRO J1655-40	6-6,5	2,6-2,8	2,8	5000-10000
XTE J1118+480	6,4-7,2	6-6,5	0,17	6200
Cyg X-1	7-13	≥ 18	5,6	6000-8000
GRO J0422+32	3-5	1,1	0,21	~ 8500
GS 2000+25	7-8	4,9-5,1	0,35	~ 8800
V404 Cyg	10-14	6,0	6,5	~ 10000
GX 339-4		5-6	1,75	~ 15000
GRS 1124-683	6,5-8,2		0,43	~ 17000
XTE J1550-564	10-11	6,0-7,5	1,5	~ 17000
XTE J1819-254	10-18	~3	2,8	< 25000
4U 1543-475	8-10	0,25	1,1	~ 24000
GRS 1915+105	>14	~1	33,5	~ 40000
XTE J1650-500	$3,8 \pm 0,5$	.	0.32	.
Gaia BH1	9,6	0,95	185,59	1560

Sagittarius A*

L'antenna costruita da Jansky e
l'annuncio sul New York Times
della scoperta (5 maggio 1933)

Sagittarius A*

L'antenna costruita da Jansky e
l'annuncio sul New York Times
della scoperta (5 maggio 1933)



NEW RADIO WAVES TRACED TO CENTRE OF THE MILKY WAY

Mysterious Static, Reported
by K. G. Jansky, Held to
Differ From Cosmic Ray.

DIRECTION IS UNCHANGING

Recorded and Tested for More
Than Year to Identify It as
From Earth's Galaxy.

ITS INTENSITY IS LOW

Only Delicate Receiver is Able to
Register—No Evidence of
Interstellar Signaling.

Discovery of mysterious radio waves which appear to come from the centre of the Milky Way galaxy was announced yesterday by the Bell Telephone Laboratories. The discovery was made during research studies on static by Karl G. Jansky of the radio research department at Holmdel, N. J., and was described by him in a paper

Dr. Slipher concluded, at some distance above the earth's surface, and possibly produced by the earth's atmosphere.

The galactic radio waves, the announcement says, are short waves, 14.6 meters, at a frequency of about 20,000,000 cycles a second. The intensity of these waves is very low so that a delicate apparatus is required for their detection.

Unlike most forms of radio disturbances, the report says, these newly found waves do not appear to be due to any terrestrial phenomena, but rather to come from some point far off in space—probably far beyond our solar system.

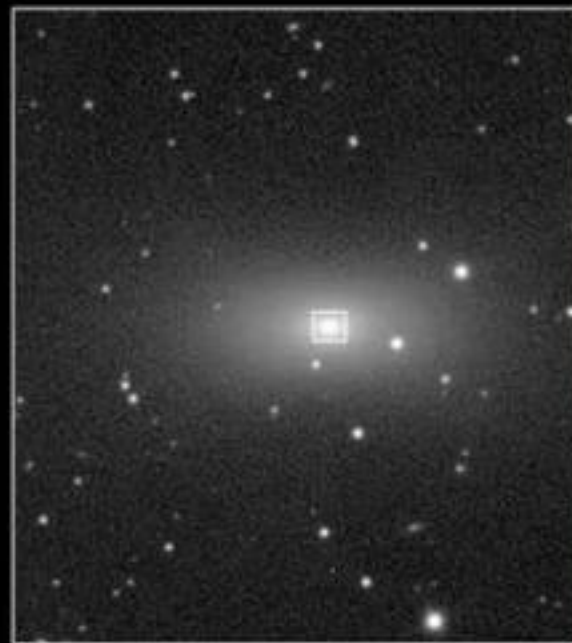
If these waves came from a terrestrial origin, it was reasoned, then they should have the same intensity all the year around. But their intensity varies regularly with the time of day and with the seasons, and they get much weaker when the earth, moving in its orbit, interposes itself between the radio receiver and the source.

A preliminary report, published in the Proceedings of the Institute of Radio Engineers last December, described studies which showed the presence of three separate groups of static: Static from local thunderstorms, static from distant thunderstorms, and a "steady hiss type static of unknown origin." Further studies this year determine the unknown origin of this third type to be from the direction of the centre of the Milky Way, the earth's own home galaxy.

Direction of Arrival Fixed.

The direction from which these waves arrive, the announcement asserts, has been determined by investigations carried on over a considerable period. Measurements of the horizontal component of the

Buchi neri supermassicci



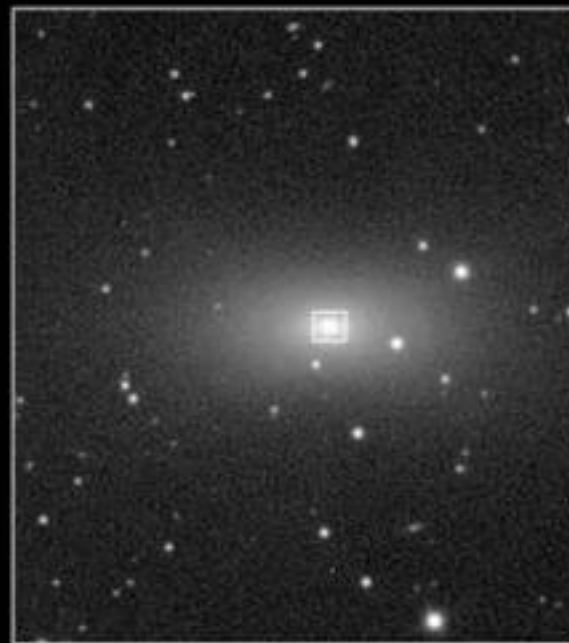
Ground



Buchi neri supermassicci

Sono il più grande tipo di buco nero, con una massa milioni o miliardi di volte superiore a quella del Sole.

Si ritiene che quasi tutte le galassie, inclusa la nostra Via Lattea, contengano un buco nero supermassiccio al loro centro



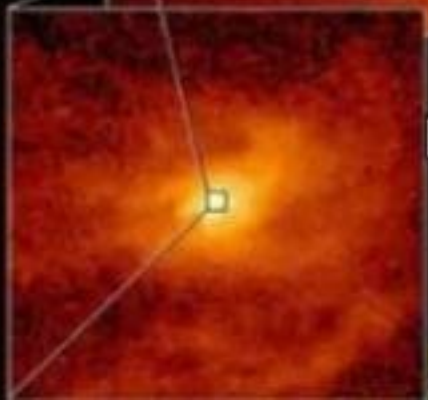
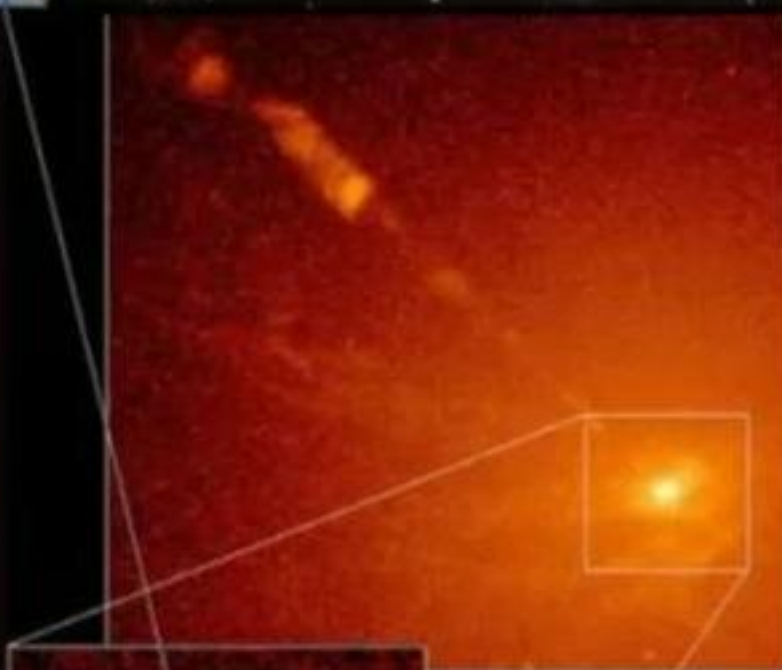
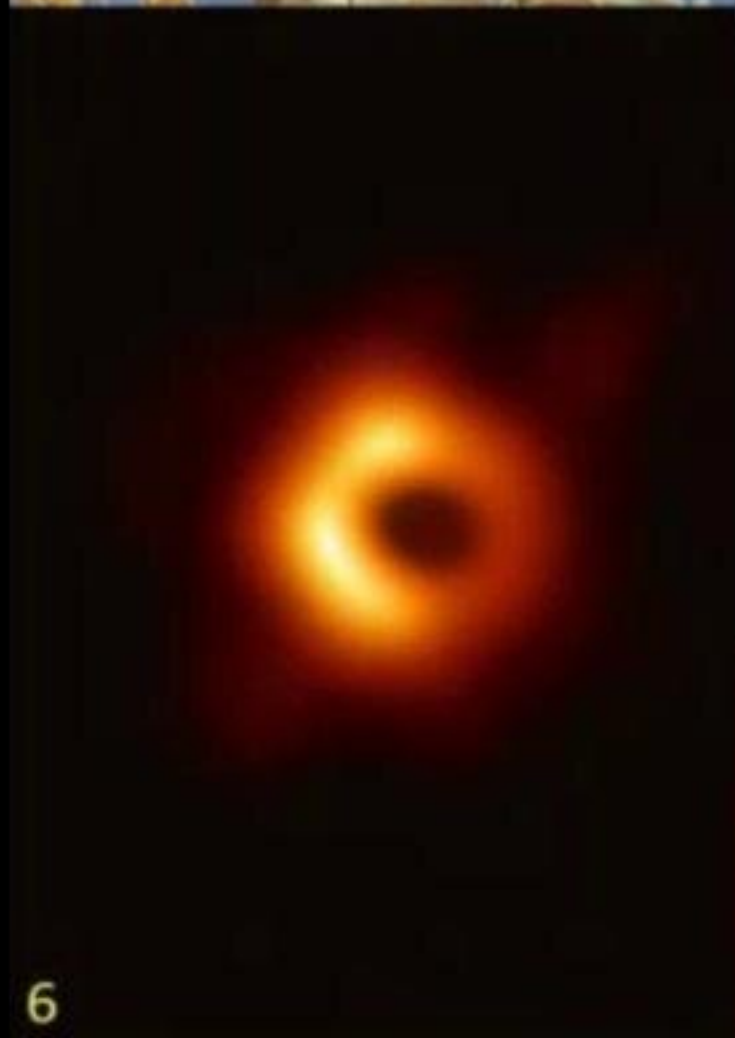
Ground



Il più "famoso" buco nero supermassiccio: quello nel nucleo della galassia M87

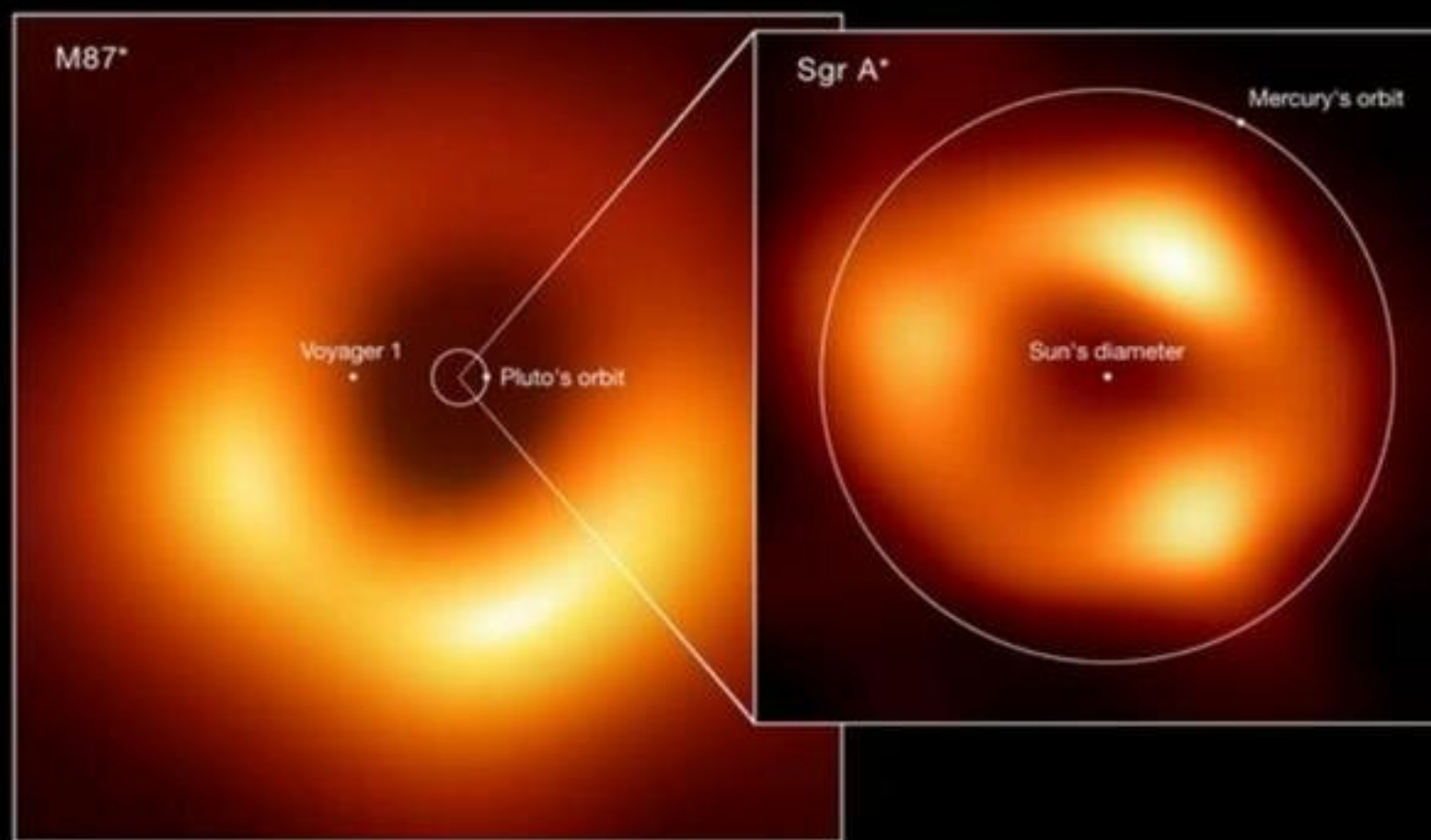
Immagine pubblicata il 10/4/2019



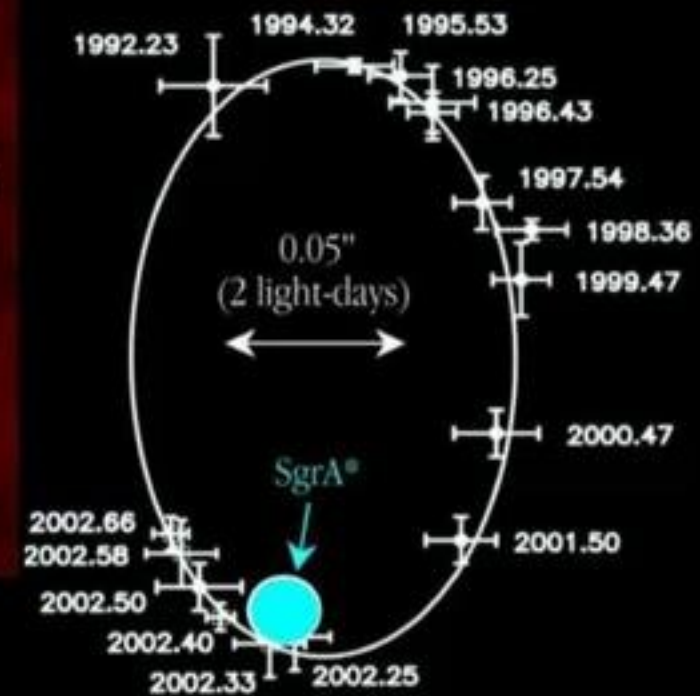
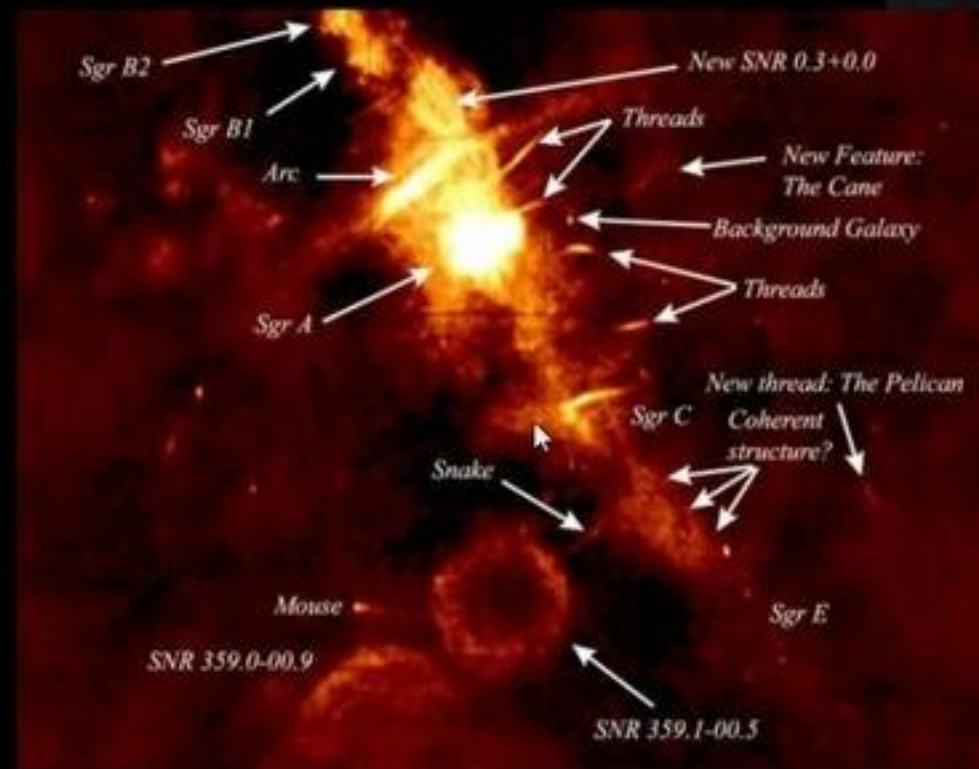


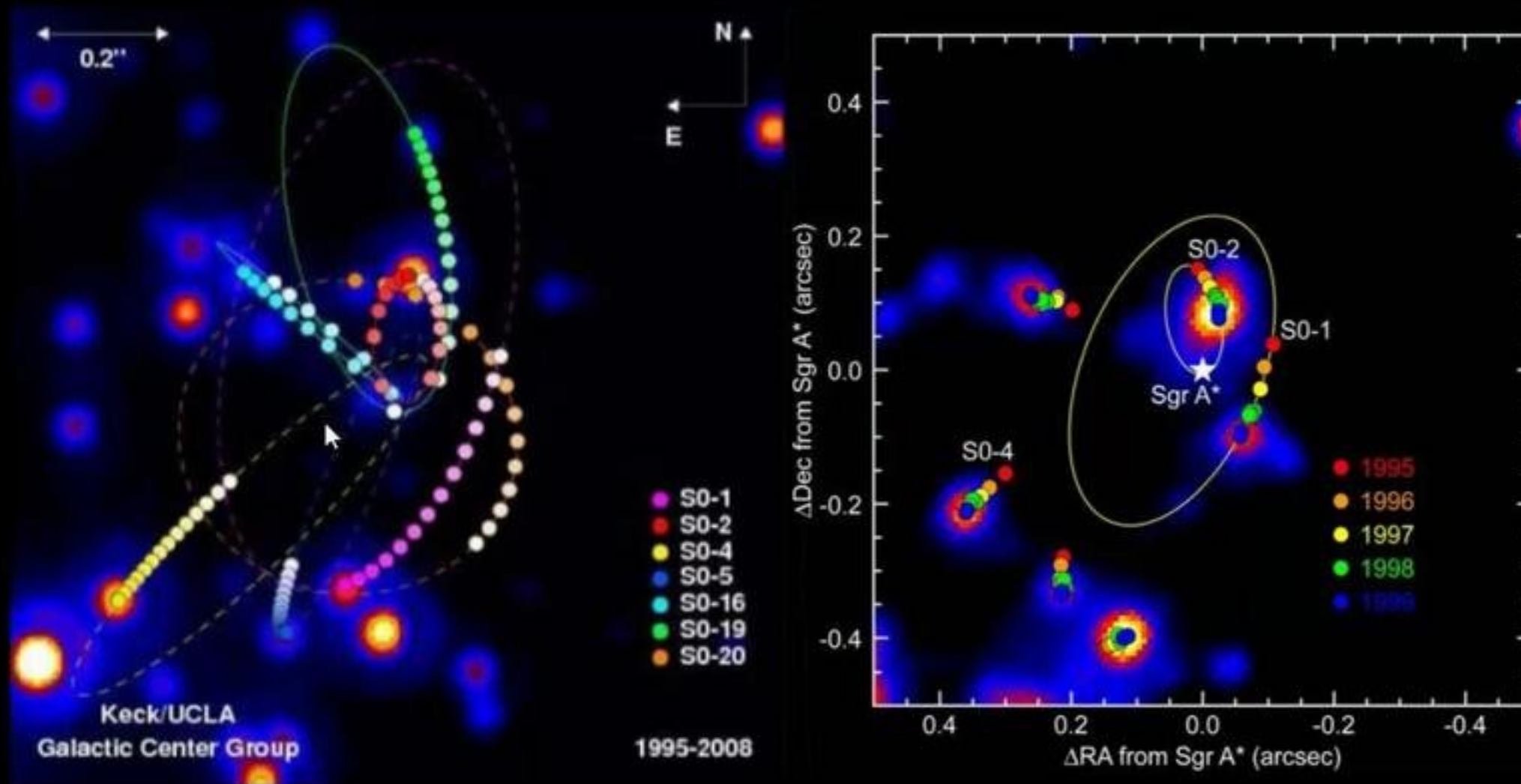
Sagittarius A* a confronto con M87

"foto" del 12/5/2022

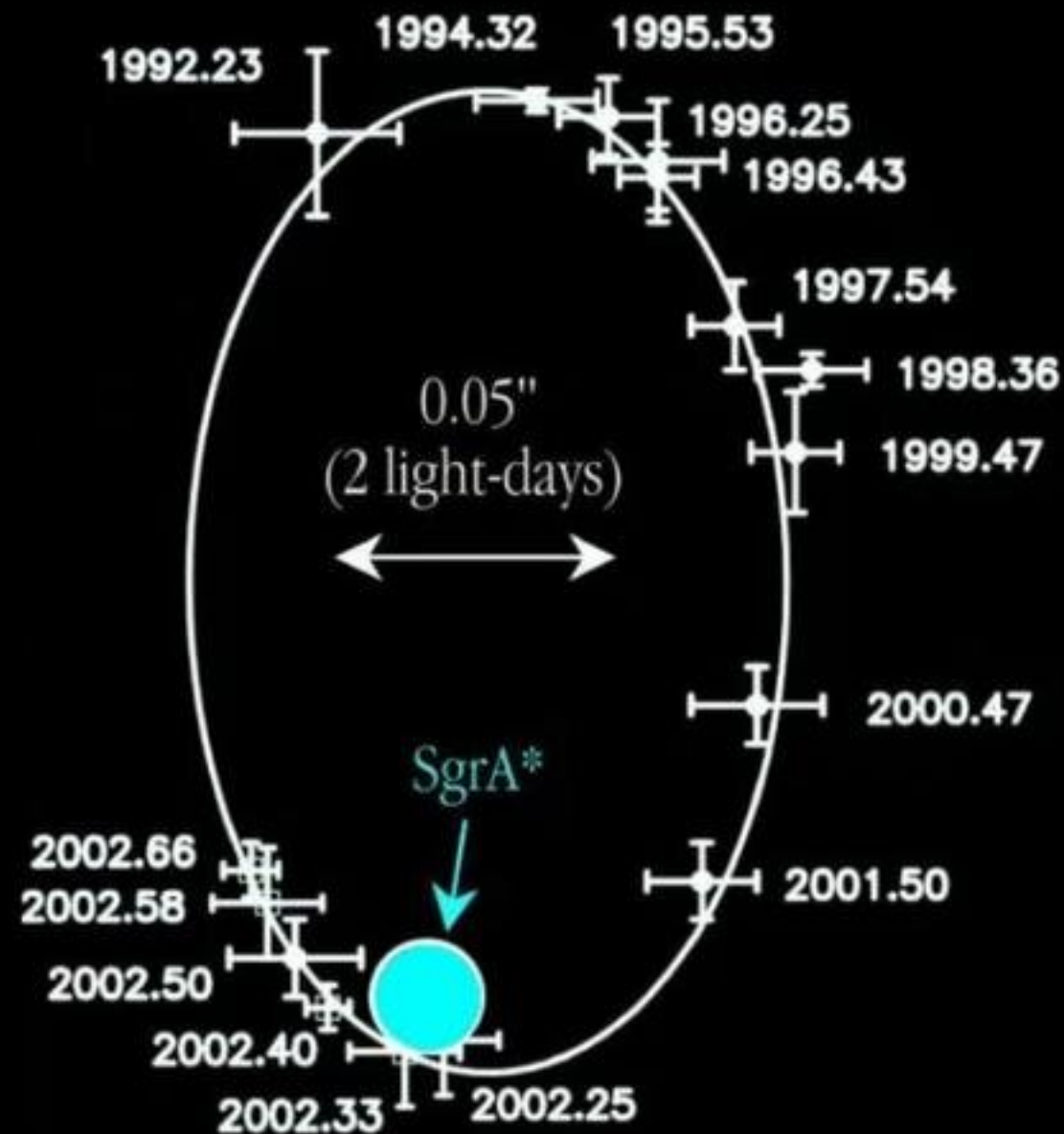


Sagittarius A, il nostro buco nero galattico





Il buco nero supermassiccio situato al centro della nostra Galassia coincide con la radiosorgente Sagittarius A*, a 26.000 anni luce dal Sistema Solare, pesa circa 4,1 milioni di masse solari ed ha un diametro di circa 22 milioni di km.



Il compimento di
un'orbita completa
da parte di una
stella attorno al
BN centrale della
nostra galassia



Ground

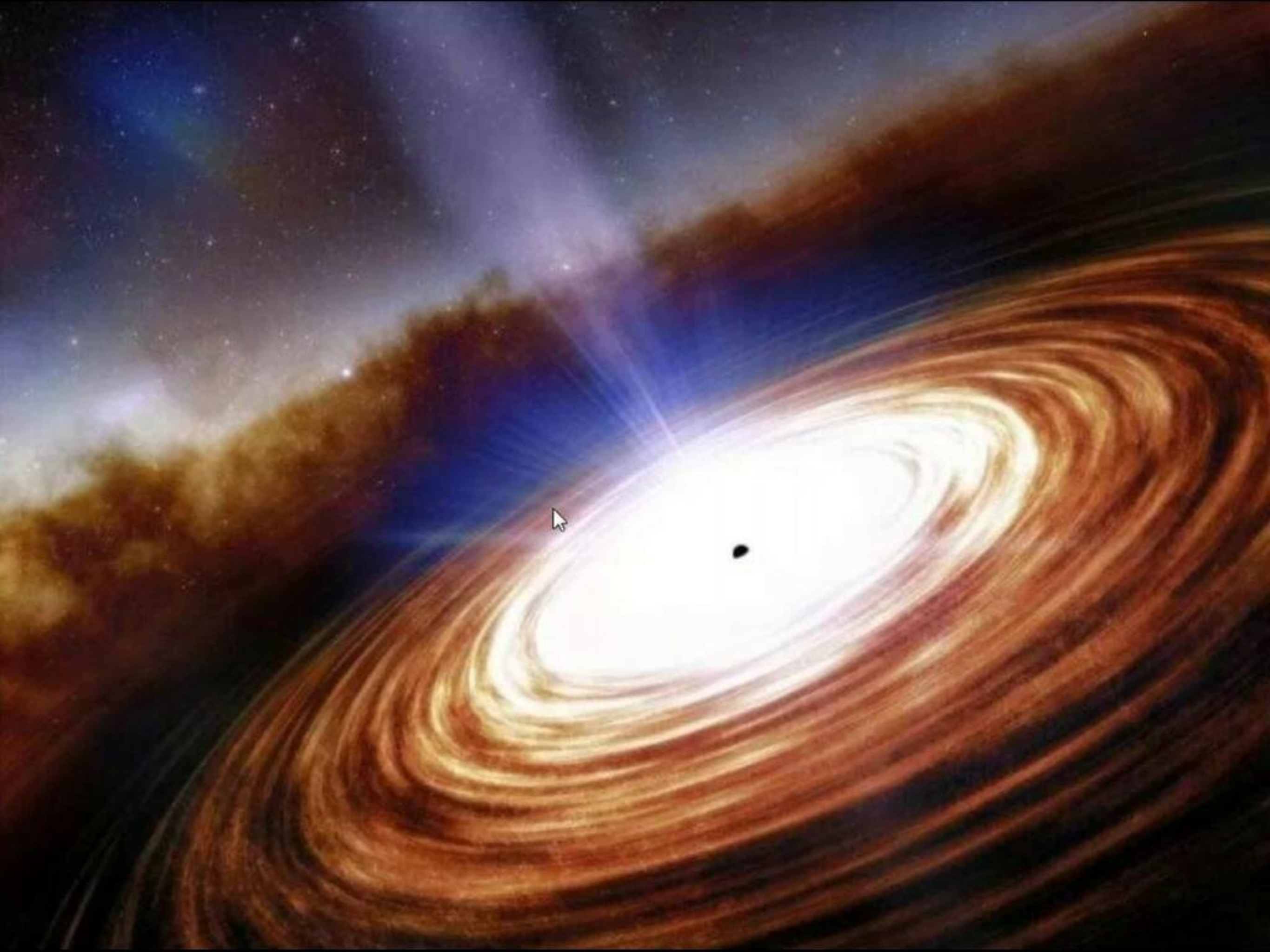
HST

I buchi neri supermassicci sono un sottoprodotto del meccanismo di formazione delle galassie e si possono formare con masse molto diverse

I più pesanti BN arrivano a ~100 miliardi di masse solari

Disk around a Black Hole in Galaxy NGC 7052
Hubble Space Telescope • Wide Field Planetary Camera 2

PRC98-22 • June 18, 1998 • ST ScI OPO • R. P. van der Marel (ST ScI), F. C. van den Bosch (University of Washington) and NASA



Galassia, dal greco γαλαξίας
(galaxías), latteo



- Le galassie sono i più grandi aggregati di stelle.



- Hanno un diametro compreso fra 1000 e 100.000 parsec (la nostra è di 30kpsc)



Ce ne sono 100 miliardi nell'Universo visibile



Contengono da uno (galassie nane) a mille miliardi
(galassie giganti) di stelle.



Contengono da uno (galassie nane) a mille miliardi
(galassie giganti) di stelle.



In molte di esse si assiste alla formazione di nuove stelle



M 77 - Cet

Sono i “mattoni” dell’Universo



Grandi distanze: la più vicina è a 160.000 a.l.



Grandi distanze: la più vicina è a 160.000 a.l.



Distanti ma anche molto luminose: oltre alla Via Lattea se ne possono vedere 4 ad occhio nudo (e 100 con un binocolo)



M33 - Tri

Distanti ma anche molto luminose: oltre alla Via Lattea se ne possono vedere 4 ad occhio nudo (e 100 con un binocolo)

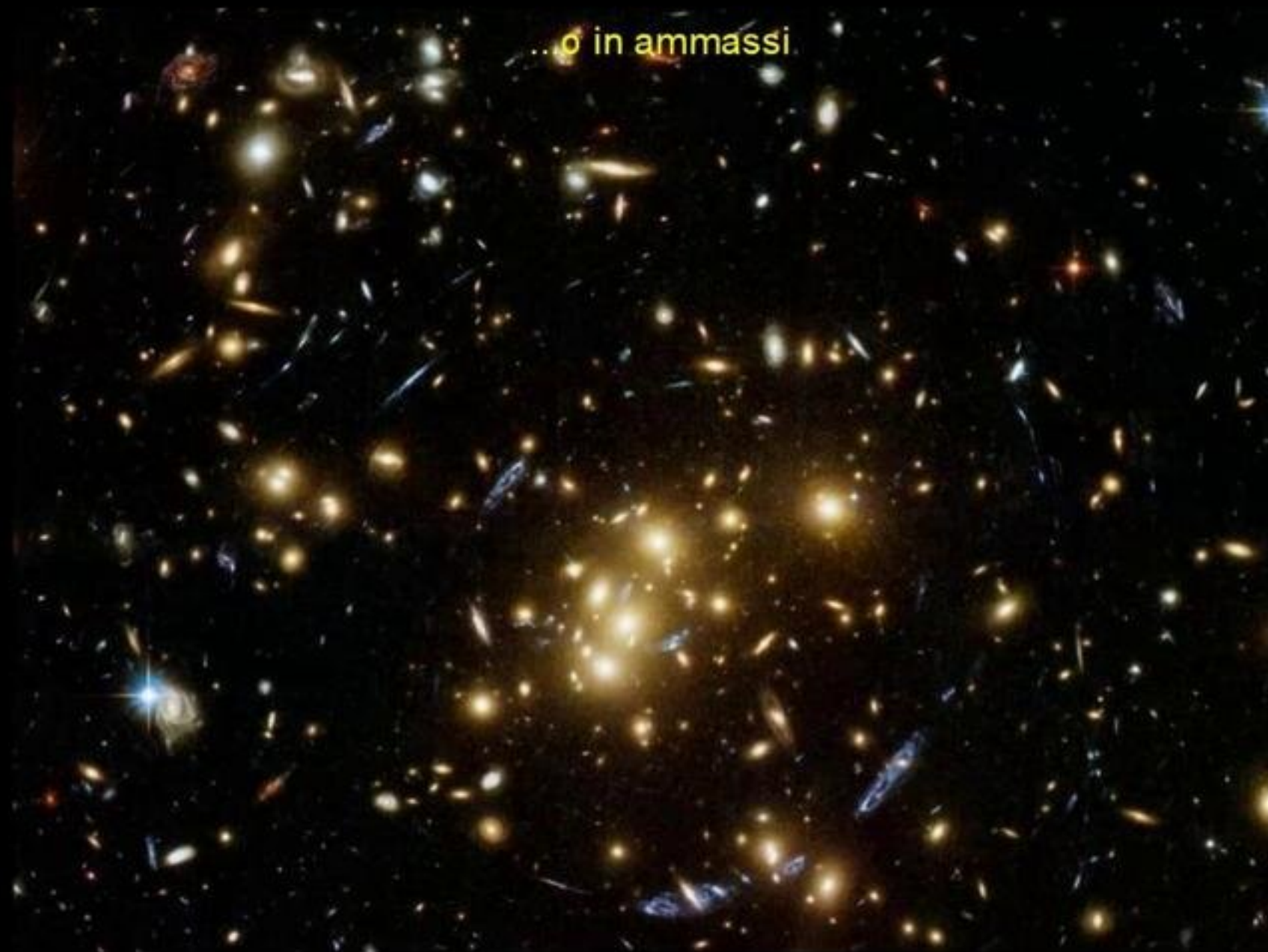


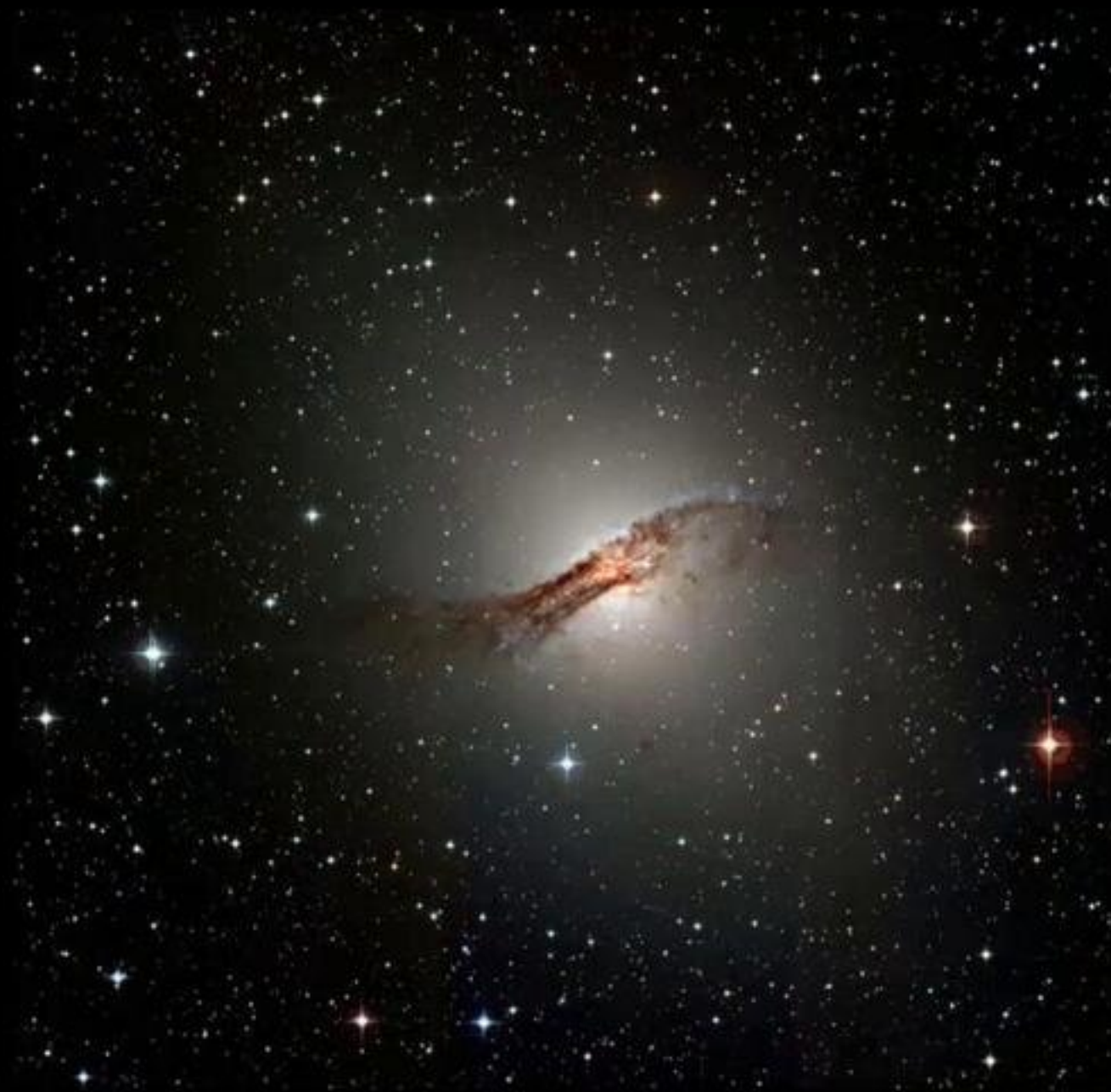


M51 - CVn

Spesso si presentano in gruppi...







(Quasi) tutte le galassie hanno i loro BN centrali







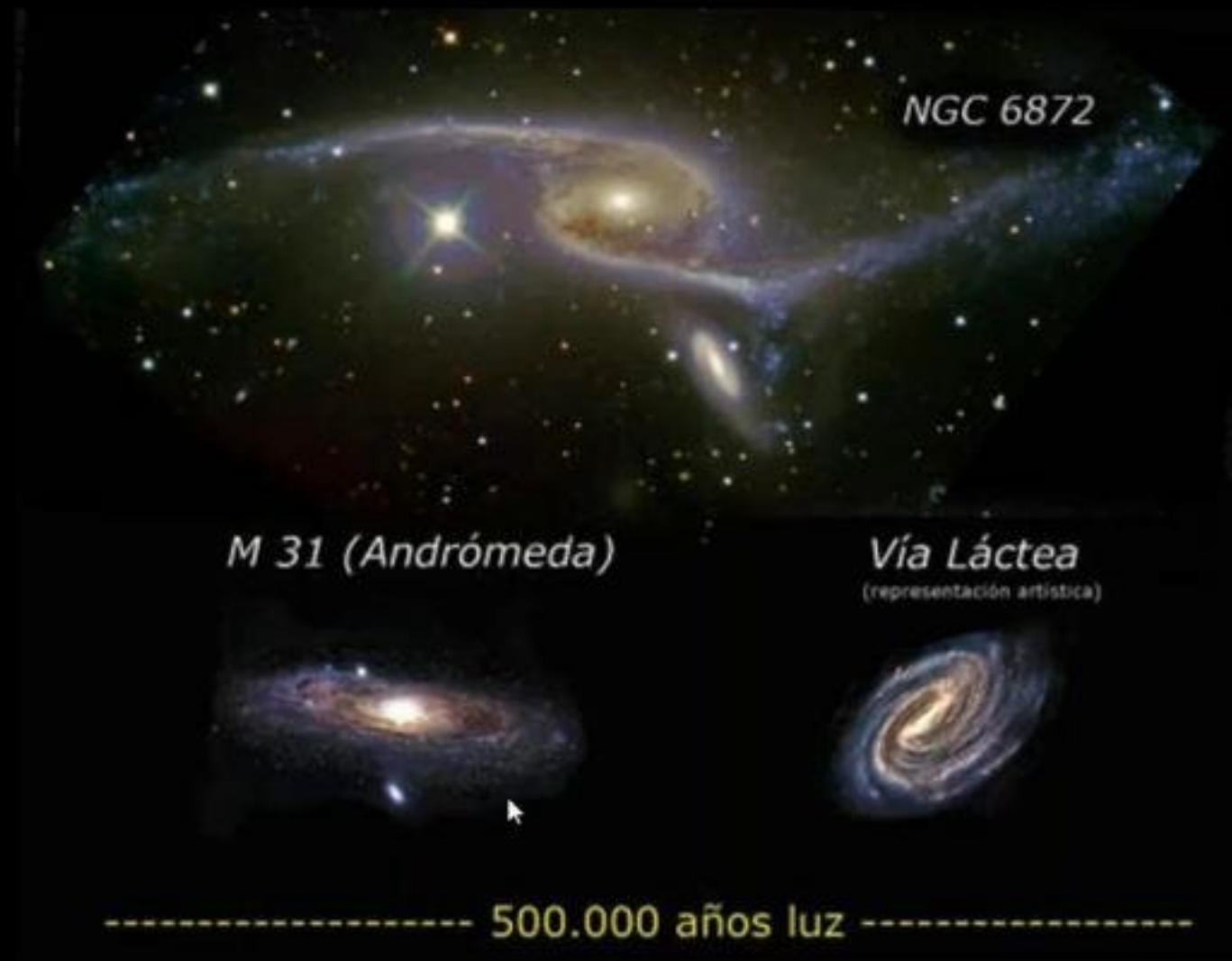
(Quasi) tutte le galassie hanno i loro BN centrali





E sono di dimensioni molto variabili...

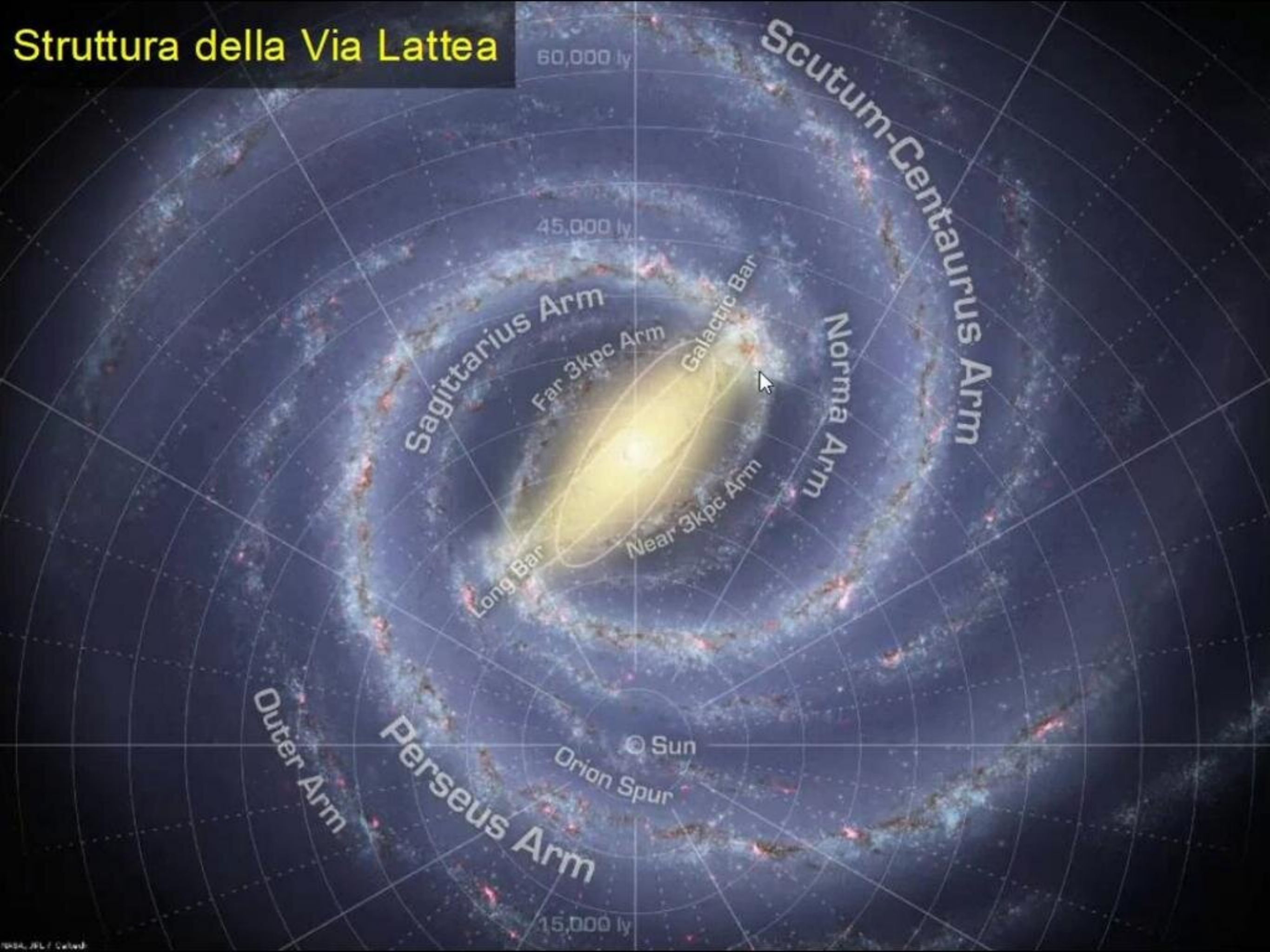
NGC 6877, la più grande galassia a spirale conosciuta



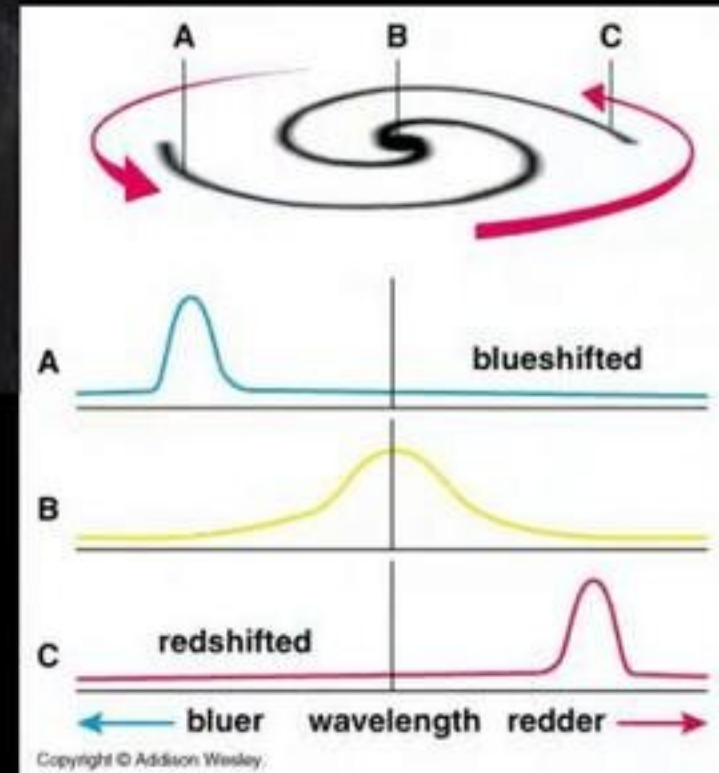
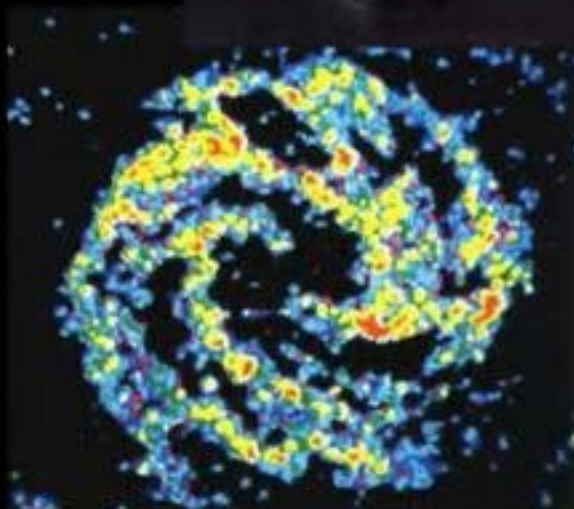
La Via Lattea, la galassia che ci ospita



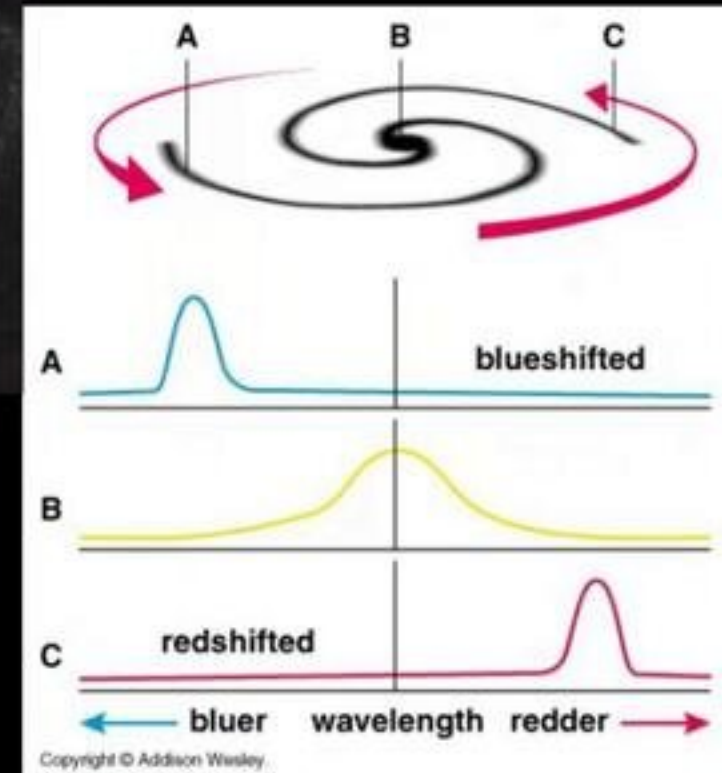
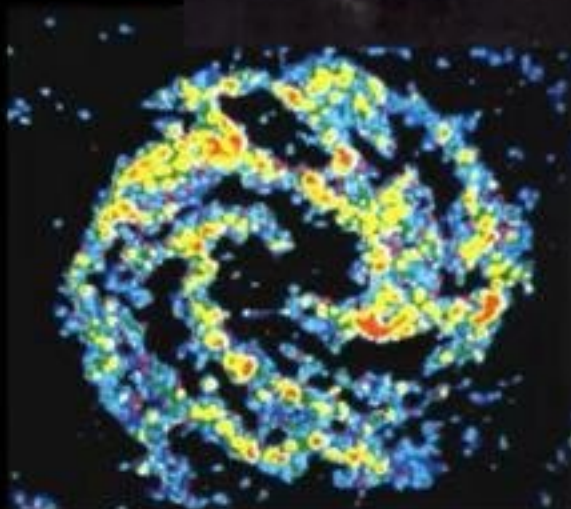
Struttura della Via Lattea



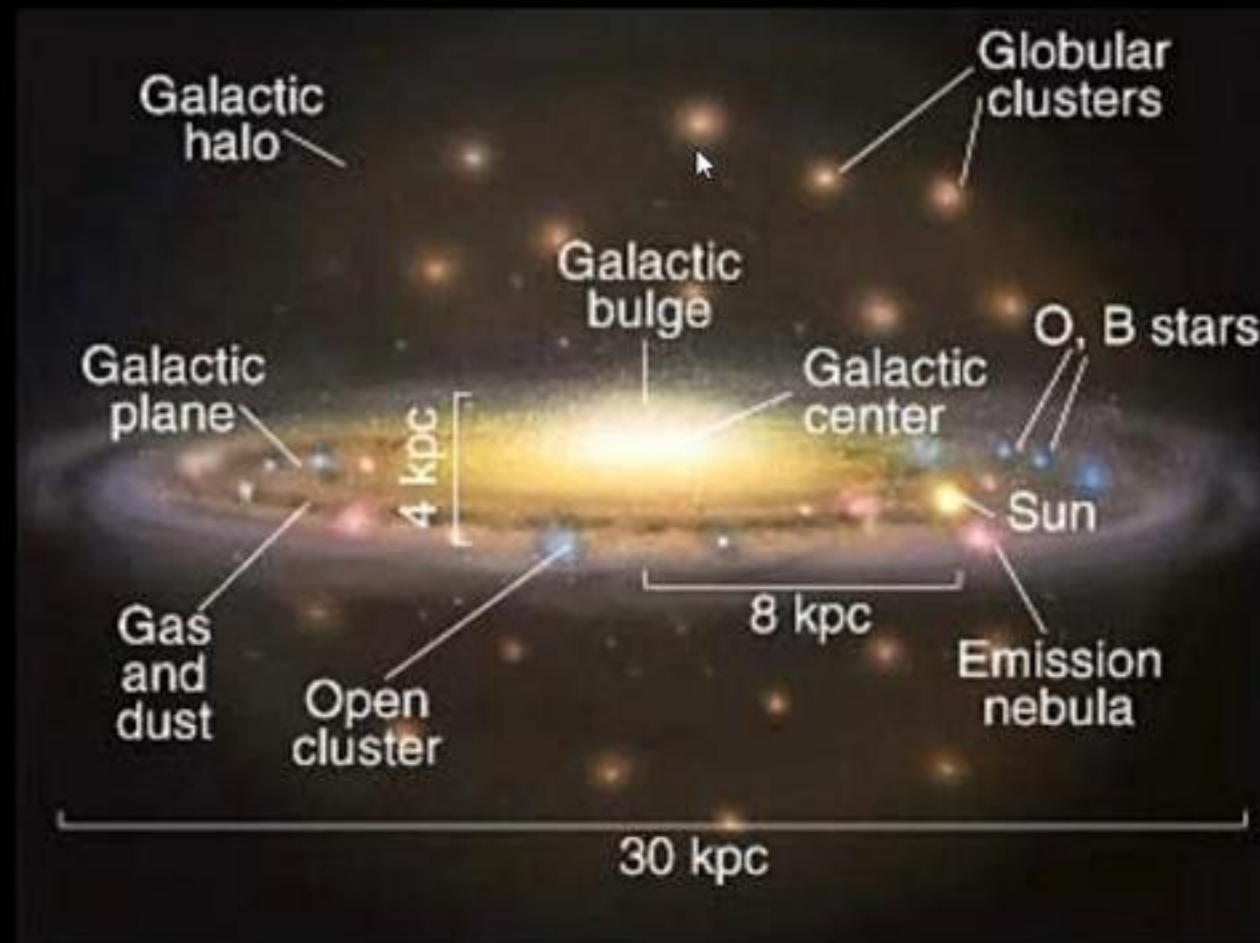
Come facciamo a conoscere la forma della Via Lattea: riga dell'idrogeno a 21 cm



Come facciamo a conoscere la forma della Via Lattea: riga dell'idrogeno a 21 cm



Struttura delle galassie a spirale



Lo zoo *galattico* prevede anche galassie interagenti:







Arp273

UGC1810 + UGC 1813





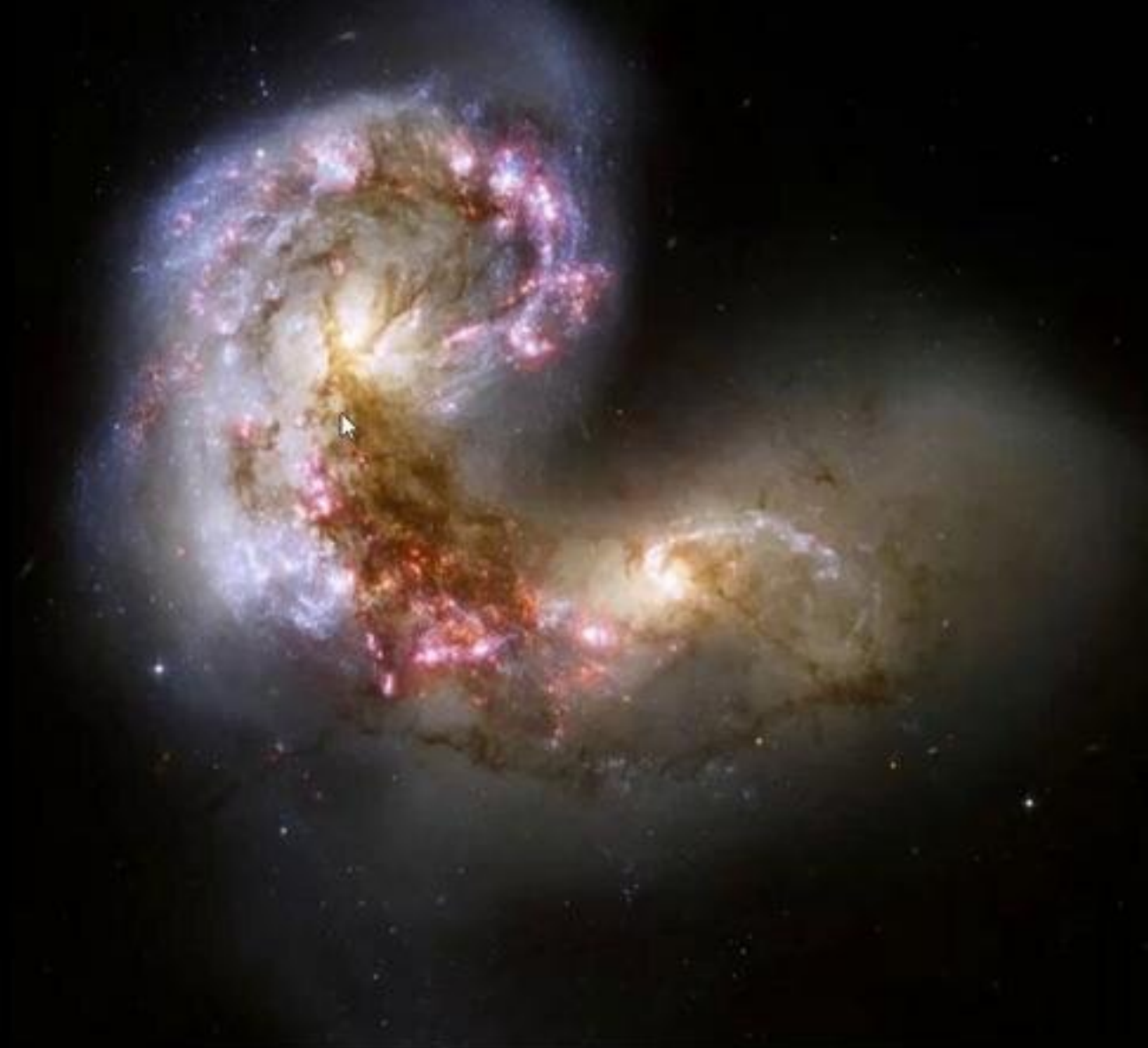


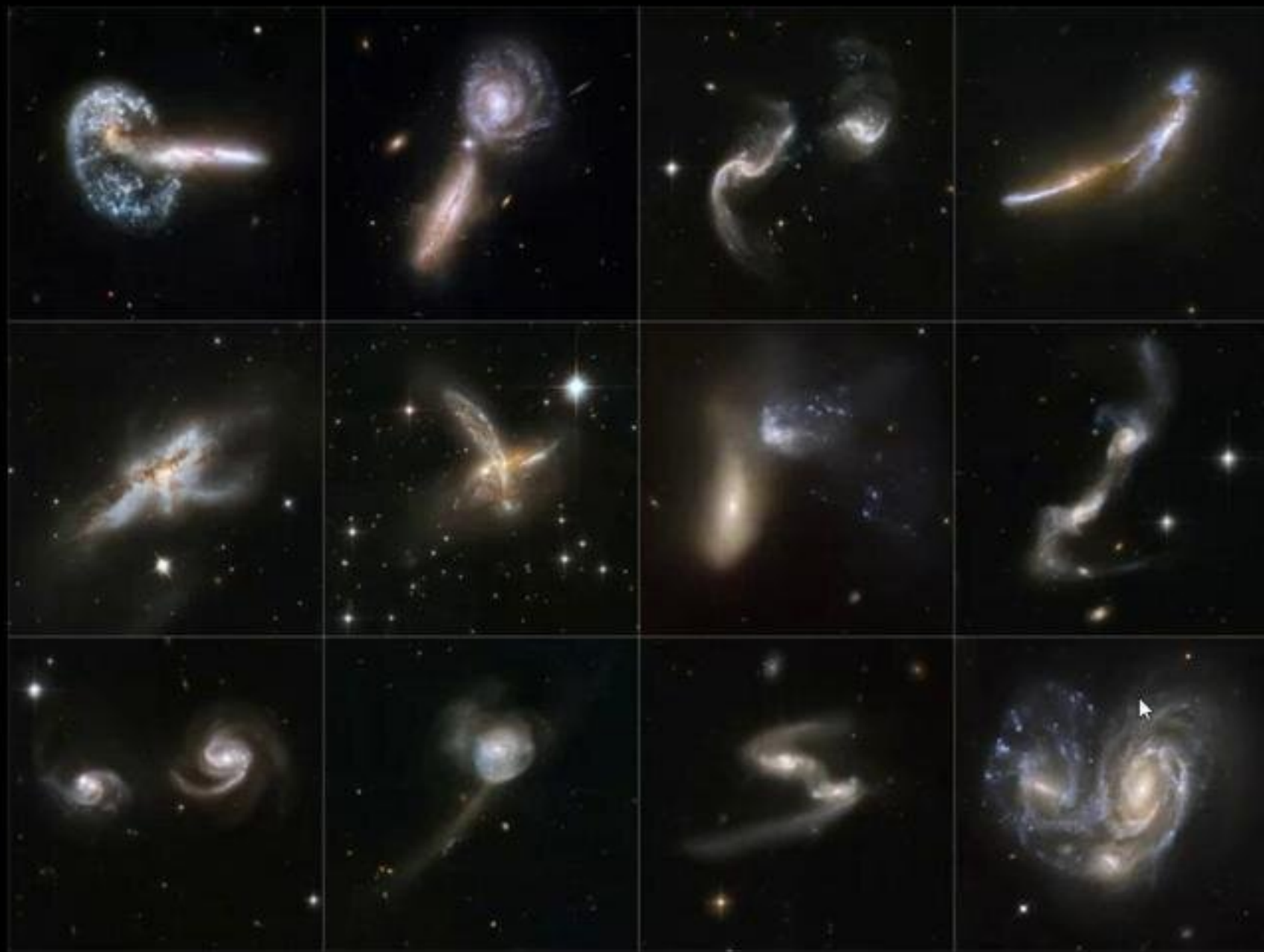
Arp 271 - Vir

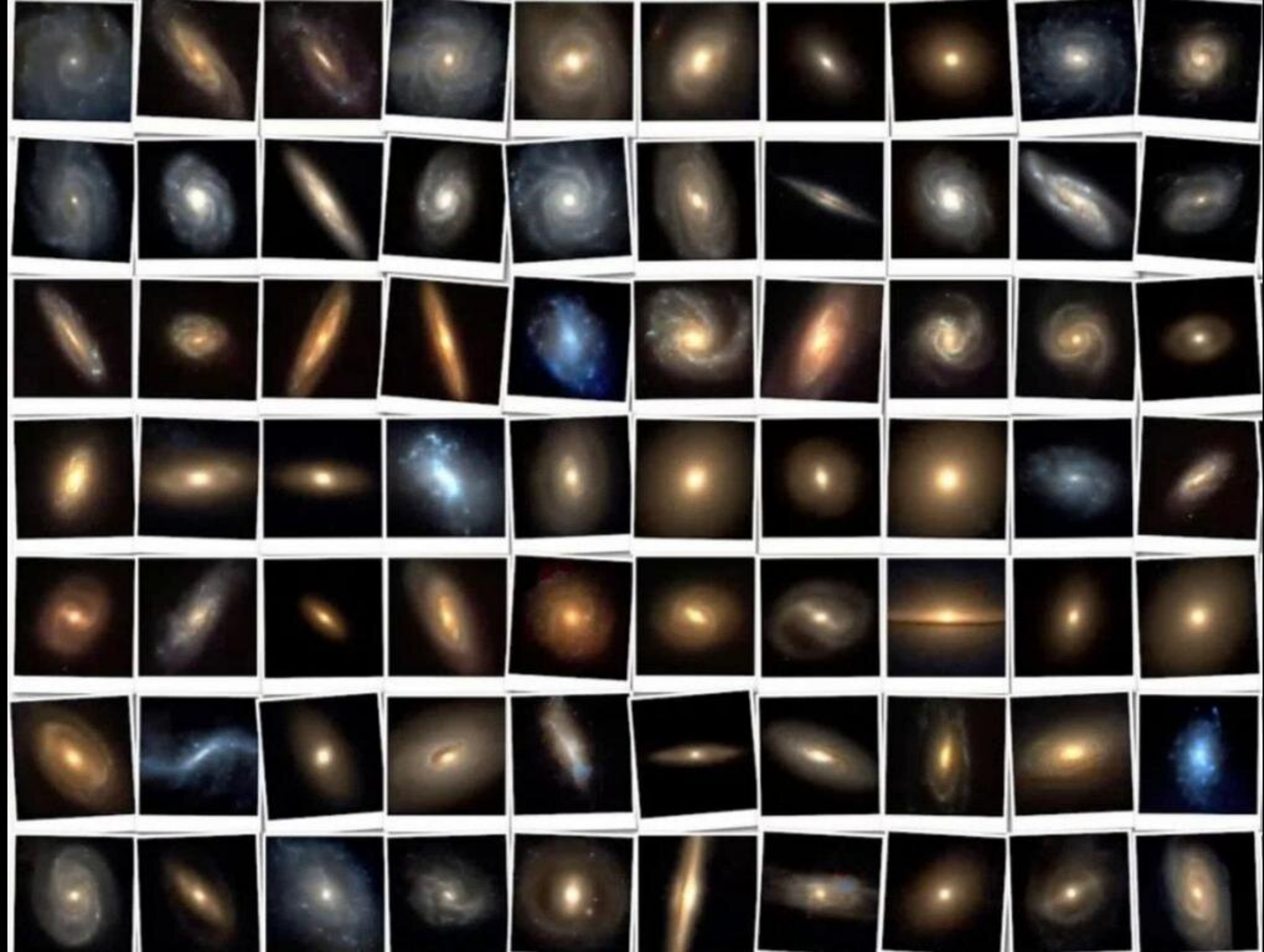




Gli scontri tra galassie innescano violenti fenomeni di formazione stellare



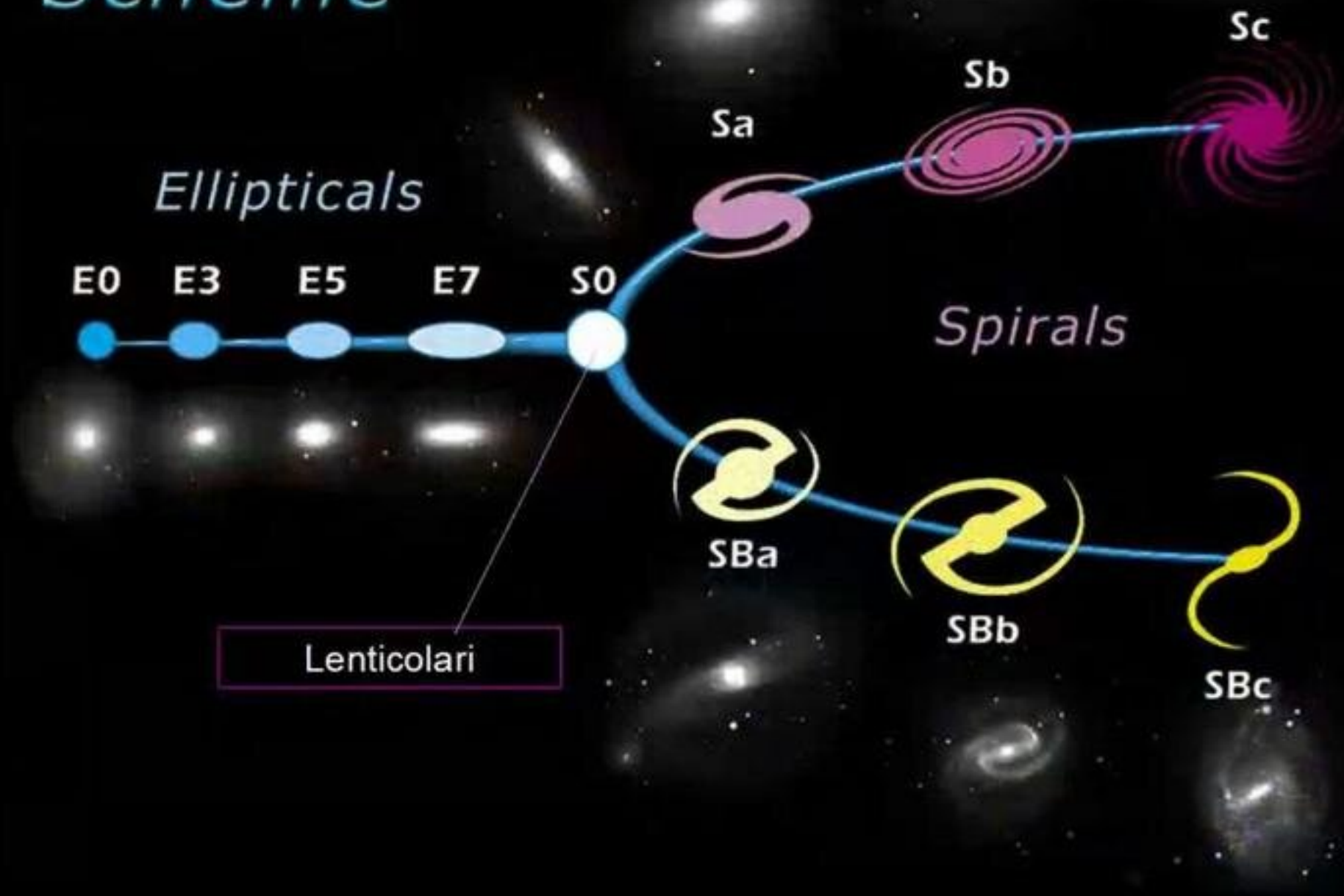




Le galassie hanno forme molto
differenti: come si classificano?



Edwin Hubble's Classification Scheme

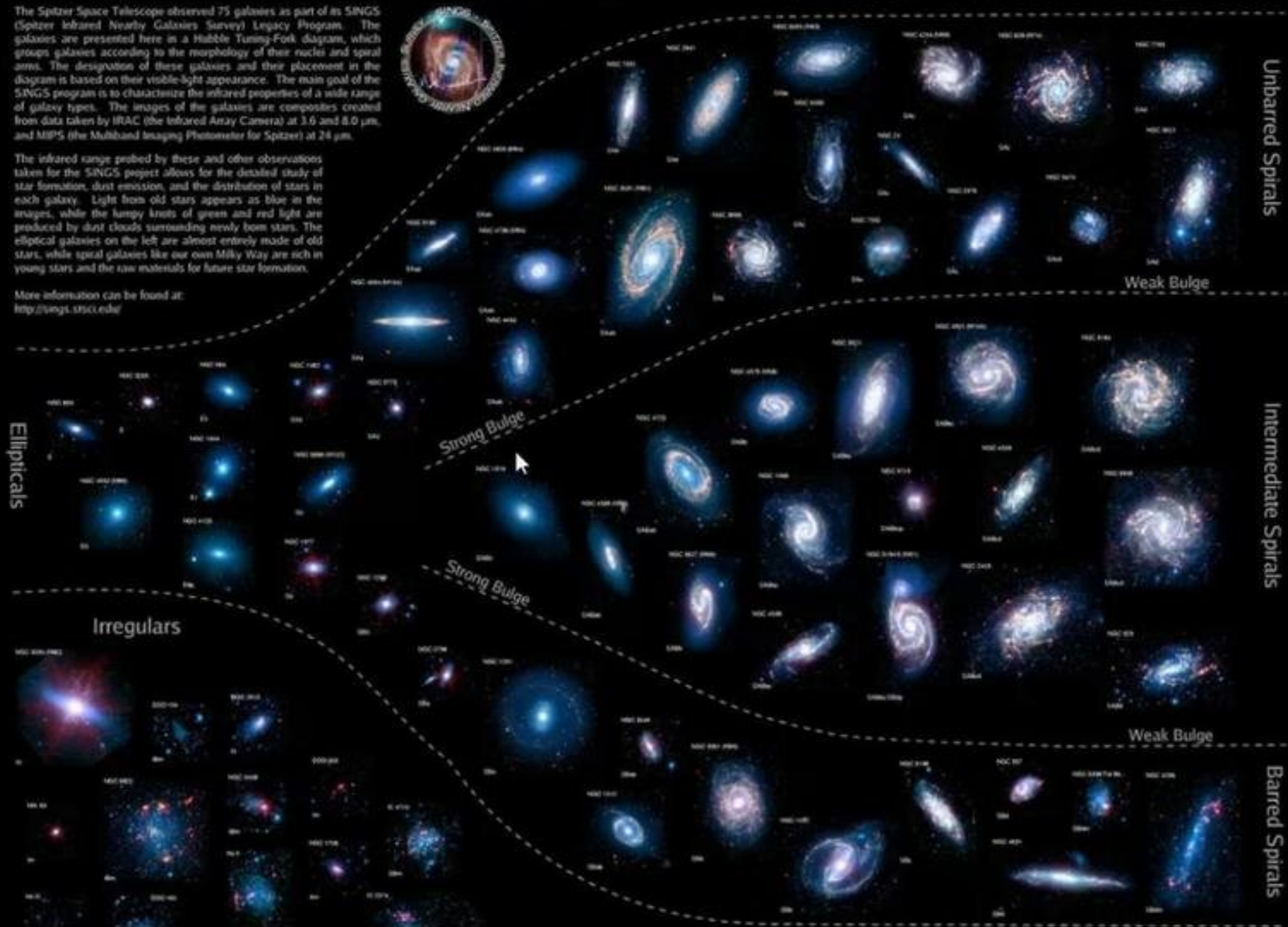


The Spitzer Infrared Nearby Galaxies Survey (SINGS) Hubble Tuning-Fork

The Spitzer Space Telescope observed 75 galaxies as part of its SINGS (Spitzer Infrared Nearby Galaxies Survey) Legacy Program. The galaxies are presented here in a Hubble Tuning-Fork diagram, which groups galaxies according to the morphology of their nuclei and spiral arms. The designation of these galaxies and their placement in the diagram is based on their visible-light appearance. The main goal of the SINGS program is to characterize the infrared properties of a wide range of galaxy types. The images of the galaxies are composites created from data taken by IRAC (the Infrared Array Camera) at 3.6 and 8.0 μm , and MIPS (the Multiband Imaging Photometer for Spitzer) at 24 μm .

The infrared range probed by these and other observations taken for the SINGS project allows for the detailed study of star formation, dust emission, and the distribution of stars in each galaxy. Light from old stars appears as blue in the images, while the lumpy knots of green and red light are produced by dust clouds surrounding newly born stars. The elliptical galaxies on the left are almost entirely made of old stars, while spiral galaxies like our own Milky Way are rich in young stars and the raw materials for future star formation.

More information can be found at:
<http://sings.stsci.edu/>



Ellittiche

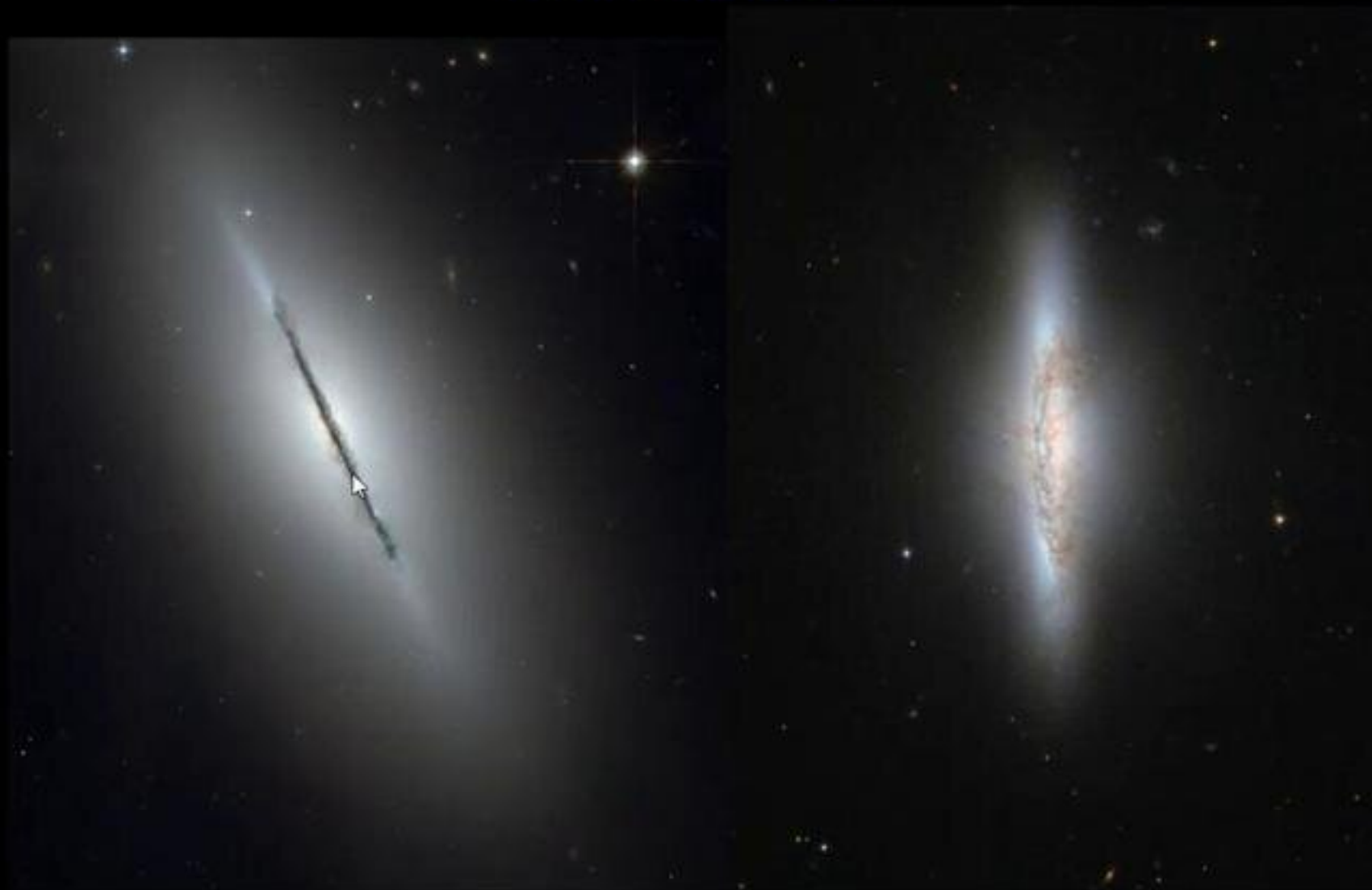


Ellittiche





Lenticolari





Edge-On Lenticular Galaxy NGC 5866



Hubble
Heritage

NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • Hubble Space Telescope ACS • STScI-PRC05-24

Spirali



Spirali barrate







grande Nube di Magellano



Galassie ad anello



Galassie ad anello



Tipo	Massa (Sole=1)	Luminosità (Sole=1)	Diametro (Kpc)	Popolazioni stellari	Percentuale sulle galassie osservate
Spirali	$10^9 - 10^{11}$	$10^8 - 10^{10}$	5-250	disco: Popolazione I alone: Popolazione II	77%
Ellittiche	$10^5 - 10^{13}$	$10^5 - 10^{11}$	1-205	Popolazione II	20%
Irregolar I	$10^8 - 10^{10}$	$10^7 - 10^9$	1-10	Popolazione I	3%

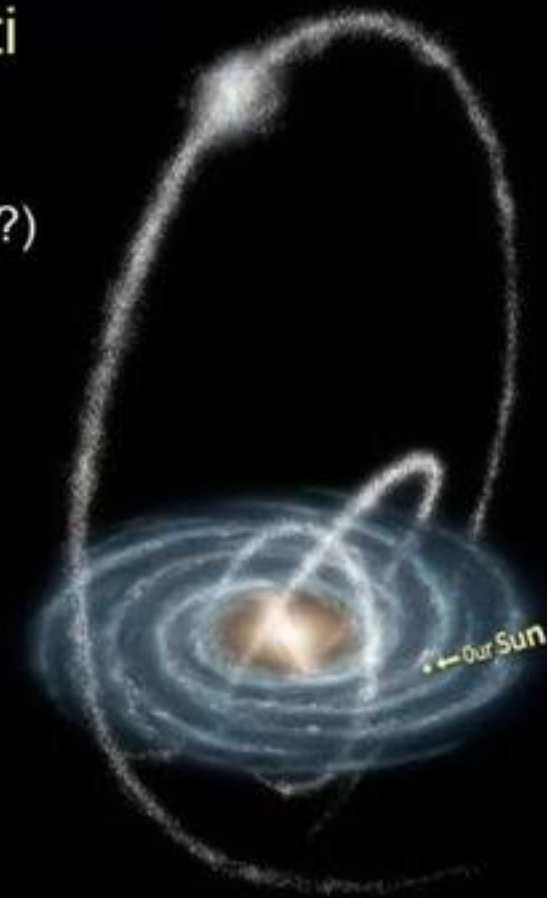
Gli ammassi globulari

- Contengono fino a un milione di stelle



Gli ammassi globulari

- Contengono fino a un milione di stelle
- Sono sferici o lievemente oblati
- Orbitano attorno alle galassie
- Sono antichissimi (più dell'Universo?)



- Gli ammassi globulari sono tra i primi oggetti da osservare al telescopio



- Gli ammassi globulari sono tra i primi oggetti da osservare al telescopio
- Alcuni di essi sono visibili ad occhio nudo, come M13, M5, M4, M22.
- Dall'altro emisfero si vedono Omega Centauri e 47 Tucanae, i più luminosi ammassi aperti del cielo.





Accademia
delle Stelle.org

- Gli ammassi globulari sono tra i primi oggetti da osservare al telescopio
- Alcuni di essi sono visibili ad occhio nudo, come M13, M5, M4, M22.
- Dall'altro emisfero si vedono Omega Centauri e 47 Tucanae, i più luminosi ammassi aperti del cielo.



- Gli ammassi globulari sono tra i primi oggetti da osservare al telescopio
- Alcuni di essi sono visibili ad occhio nudo, come M13, M5, M4, M22.
- Dall'altro emisfero si vedono Omega Centauri e 47 Tucanae, i più luminosi ammassi aperti del cielo.





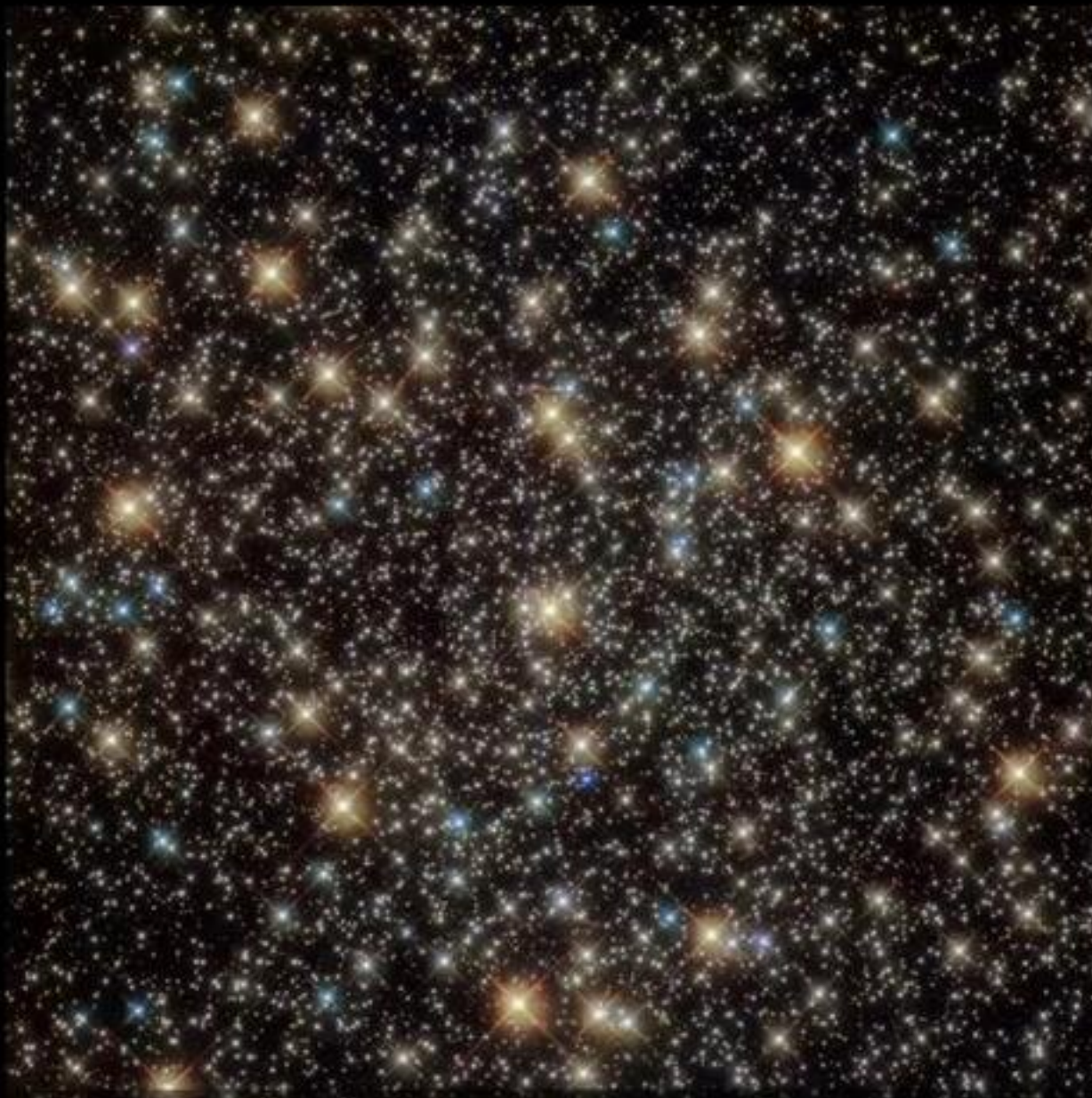


M92



M54





NGC 3201 dall'HST. Vicino al centro è stata scoperta una coppia stella-BN (di 4 masse

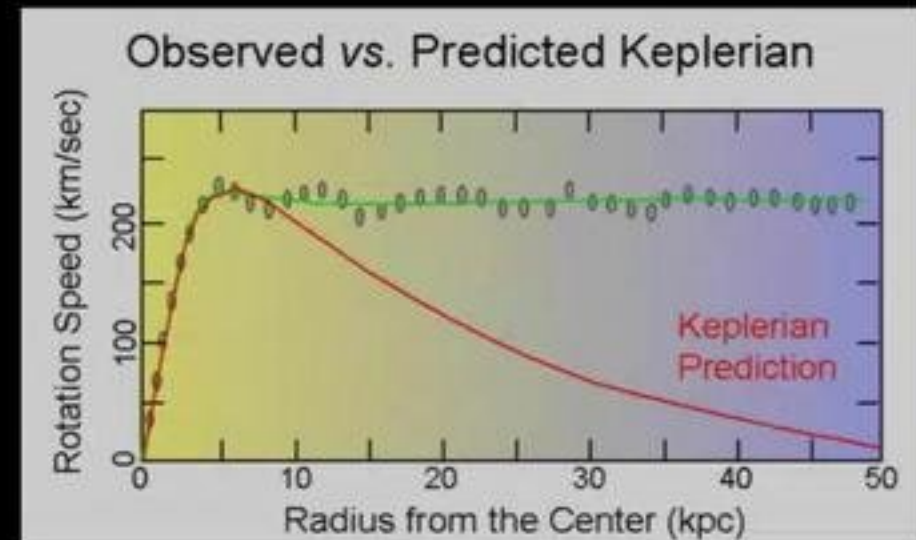
La metallicità

- 1944: Walter Baade scopre alcune differenze tra le stelle in diverse zone della galassia:
- Tendono ad essere evolute e povere di “metalli” quelle nel rigonfiamento centrale della galassia e negli ammassi globulari
- Sono più ricche di “metalli” e ospitano esemplari giovani solo quelle del disco
- *Metallicità: $(1 - \text{abbondanza H} - \text{abbondanza He})$*

Le popolazioni stellari

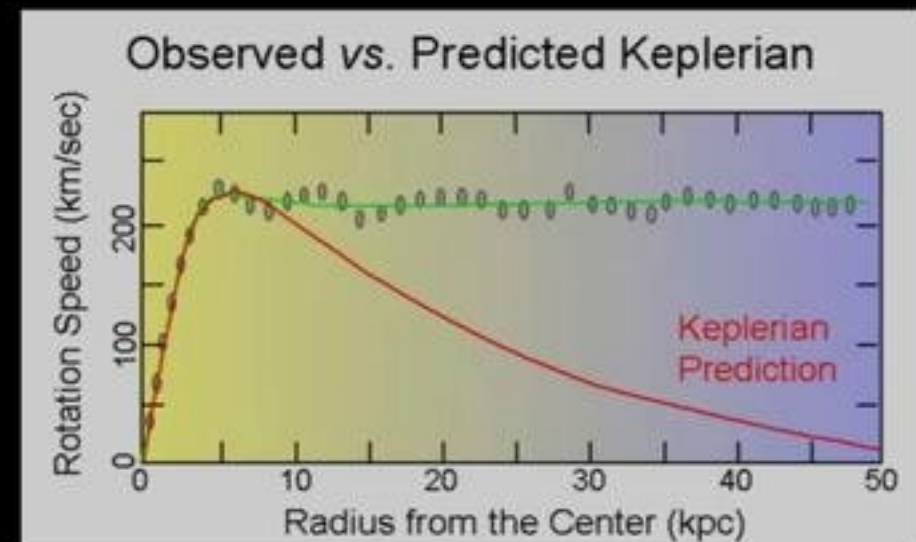
- Popolazione I – stelle delle generazioni successive (anche il Sole), sono diffuse solo nel disco, “abbondano” di metalli e possono quindi avere pianeti rocciosi
- Popolazione II – stelle nate anticamente, povere di metalli, popolano specialmente l’alone e gli ammassi globulari
- Popolazione III – stelle primordiali di grande massa, nate senza metalli. Ora estinte

Le galassie non ruotano “come dovrebbero”...



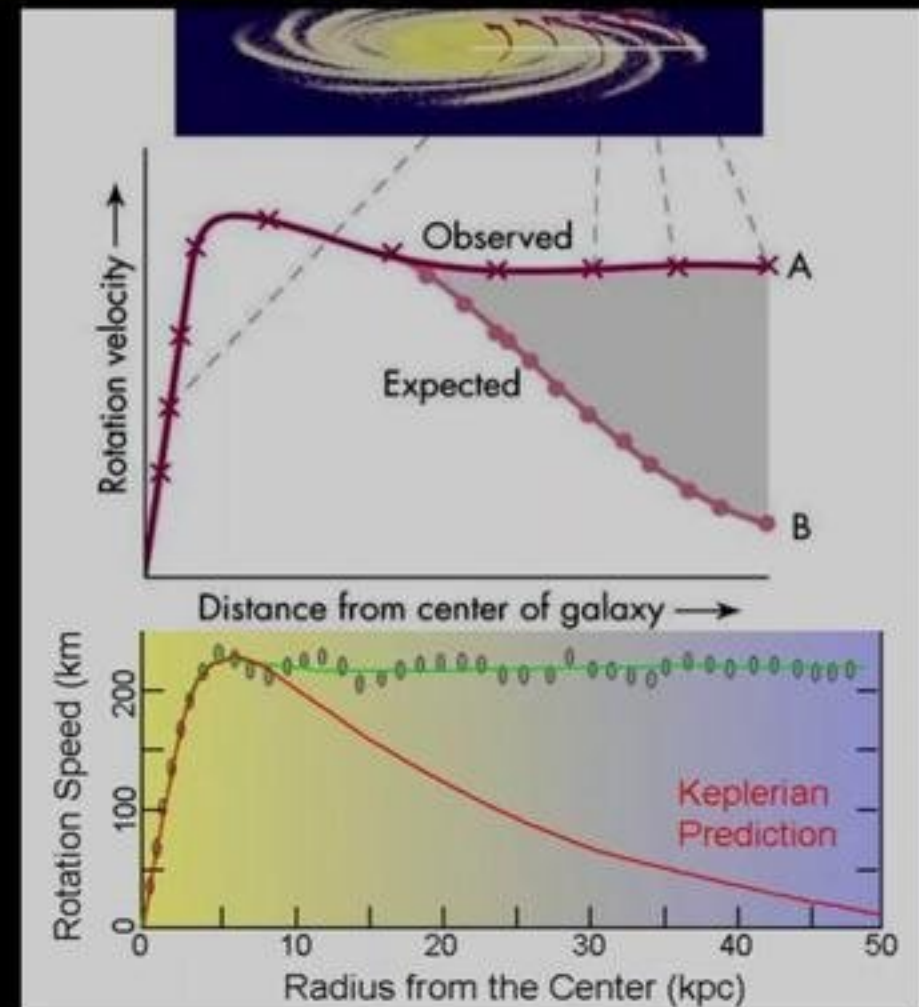
Le galassie non ruotano “come dovrebbero”...

- Anzichè rallentare allontanandosi dal nucleo, le stelle continuano a ruotare alla stessa velocità



Le galassie non ruotano “come dovrebbero”...

- Anzichè rallentare allontanandosi dal nucleo, le stelle continuano a ruotare alla stessa velocità anche fuori dal disco visibile della galassia
- La spiegazione attuale è: esiste della materia che non vediamo, la “materia oscura”



Ipotesi sulla materia oscura

- Materia "barionica" stelle nane, pianeti, polveri, ovvero oggetti materiali e compatti d'alone galattico (*MaCH*)



Ipotesi sulla materia oscura

- Materia "barionica": stelle nane, pianeti, polveri, ovvero oggetti massicci e compatti d'alone galattico (*MaCHOs*). È un'ipotesi debole, che può spiegare al massimo il 10% della materia oscura
- "non barionica": particelle supersimmetriche (non del Modello Standard) come neutralini, neutrini massicci, assioni. Si tratta di particelle esotiche note come *WIMPs* (Weakly Interacting Massive Particle)



Ipotesi sulla materia oscura

- Materia “barionica”: stelle nane, pianeti, polveri, ovvero oggetti massicci e compatti d'alone galattico (*MaCHOs*). È un'ipotesi debole, che può spiegare al massimo il 10% della materia oscura
- “non barionica”: particelle supersimmetriche (non del Modello Standard) come neutralini, neutrini massicci, assioni. Si tratta di particelle esotiche note come *WIMPs* (Weakly Interacting Massive Particles) e mai scoperte.
- Un'illusione: la teoria della gravitazione va modificata



Galassie: animali sociali

Dove è più probabile trovare
una galassia? Vicino ad
un'altra galassia!

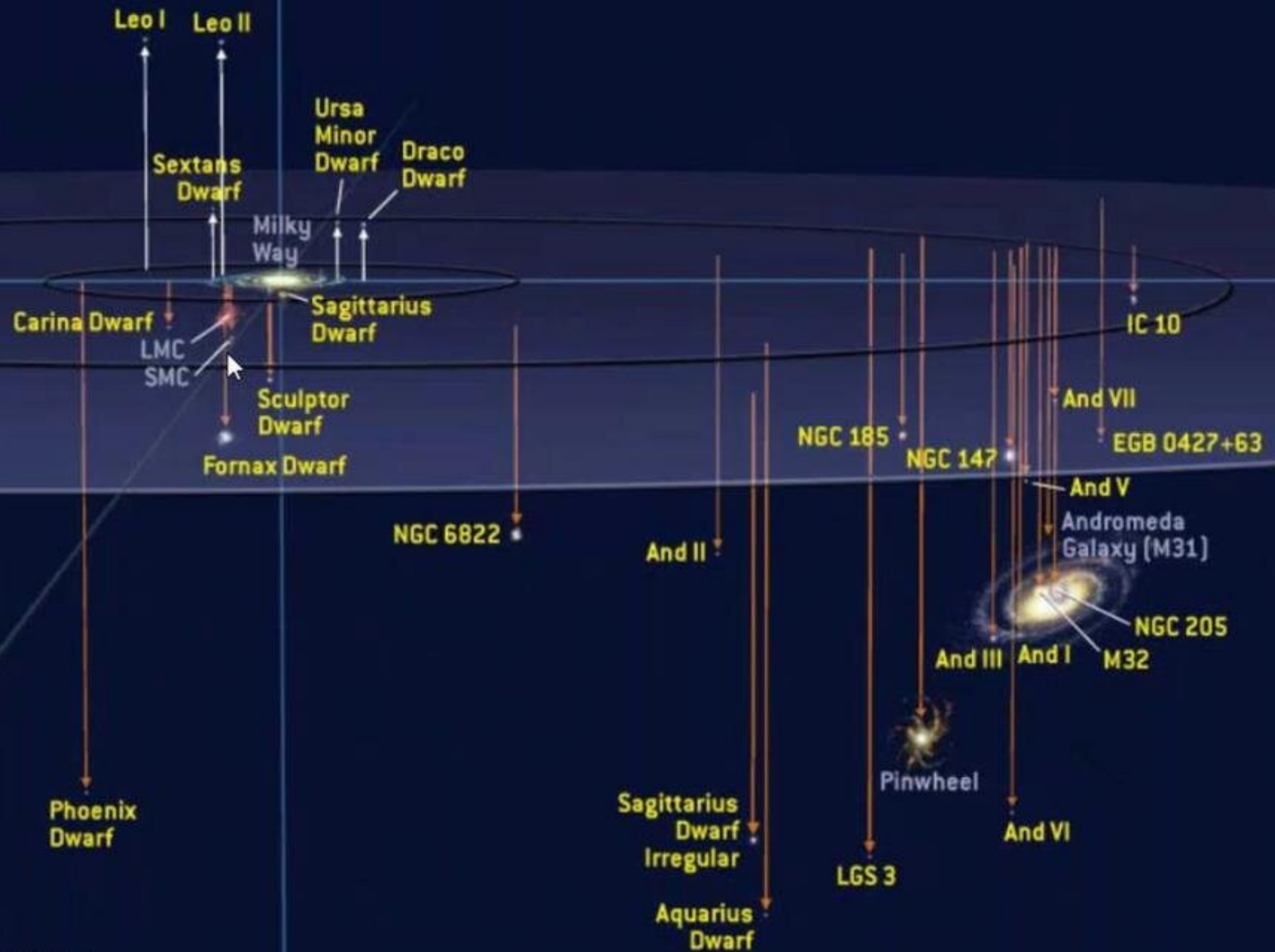
Il cuore dell'ammasso della Vergine

Galassie: animali sociali

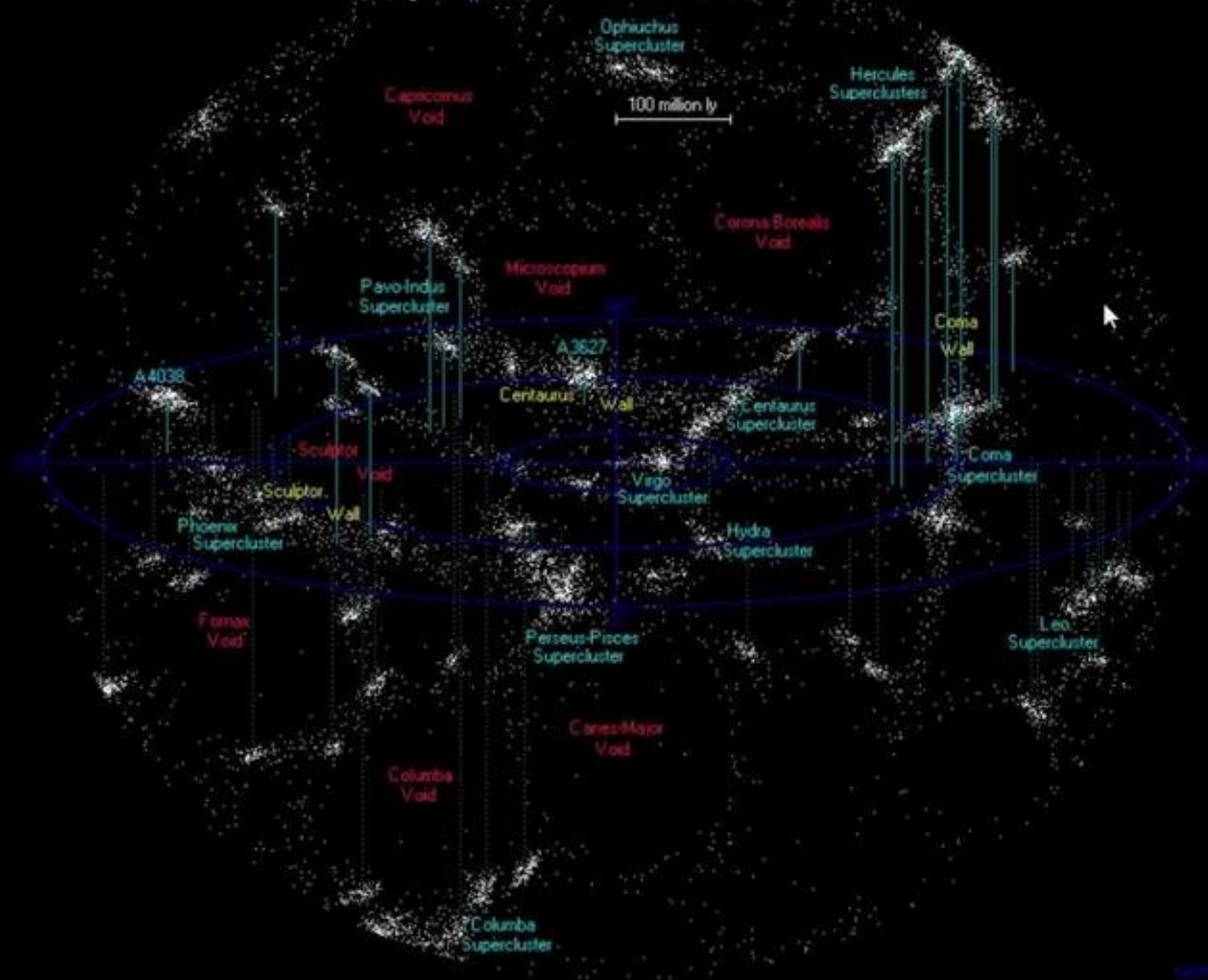
Dove è più probabile trovare
una galassia? Vicino ad
un'altra galassia!

Il cuore dell'ammasso della Vergine

Il Gruppo Locale



Il superammasso locale



**Ammassi di galassie: anche qui si
sente la materia oscura**

Ammassi di galassie: anche qui si sente la materia oscura

- 1933: Fritz Zwicky stima la massa degli ammassi di galassie basandosi sulla loro luminosità come indice della massa delle galassie componenti

Ammassi di galassie: anche qui si sente la materia oscura

- 1933: Fritz Zwicky stima la massa degli ammassi di galassie basandosi sulla loro luminosità come indice della massa delle galassie componenti

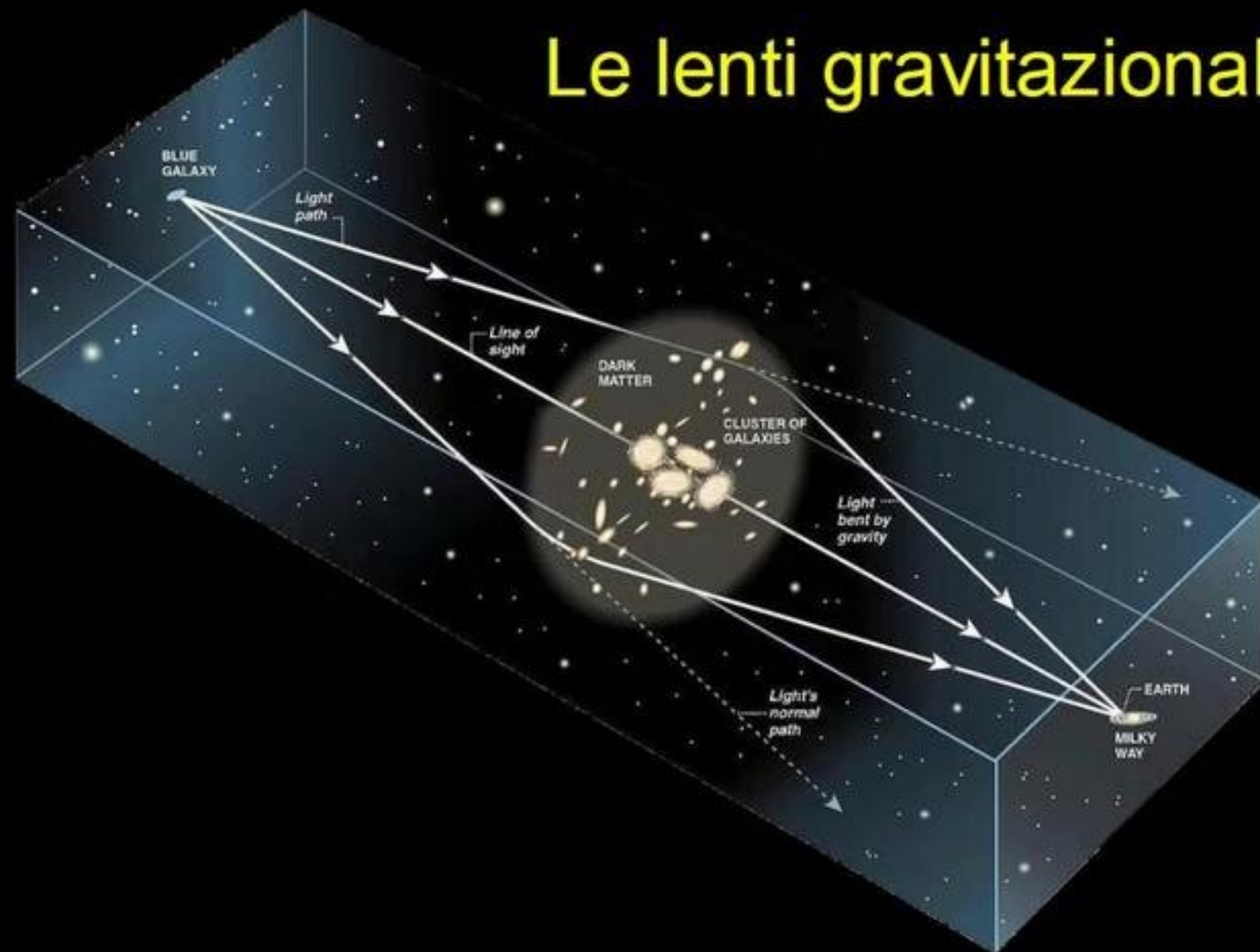
Ammassi di galassie: anche qui si sente la materia oscura

- 1933: Fritz Zwicky stima la massa degli ammassi di galassie basandosi sulla loro luminosità come indice della massa delle galassie componenti
- Come stima indipendente misurò la dispersione delle velocità delle galassie nell'ammasso: questa seconda stima di massa dinamica era 400 volte più grande della stima basata sulla luce delle galassie.

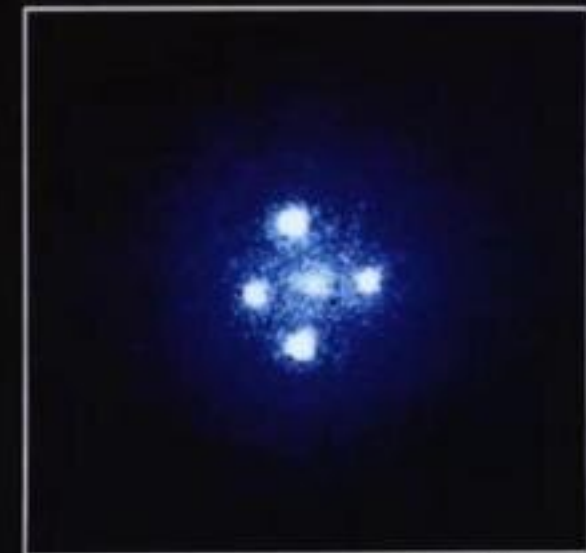
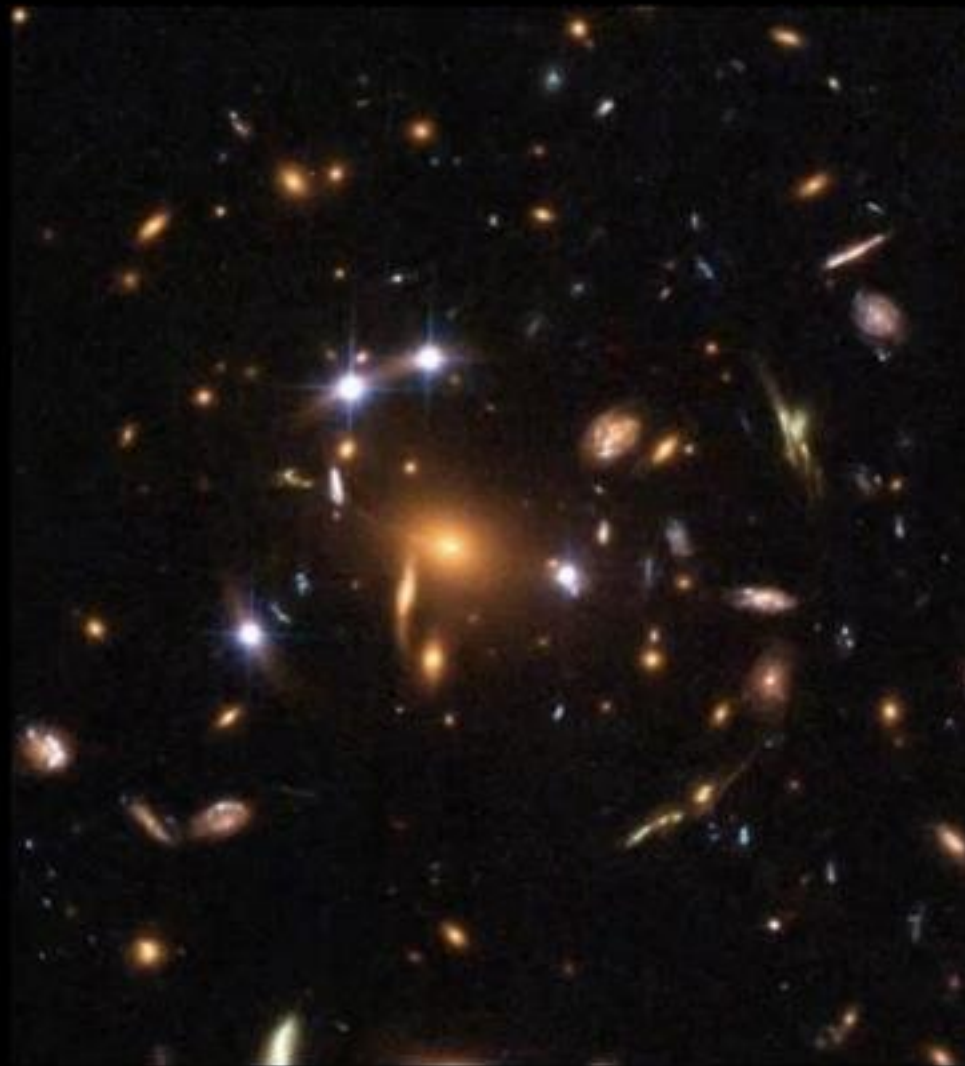
Ammassi di galassie: anche qui si sente la materia oscura

- 1933: Fritz Zwicky stima la massa degli ammassi di galassie basandosi sulla loro luminosità come indice della massa delle galassie componenti
 - Come stima indipendente misurò la dispersione delle velocità delle galassie nell'ammasso: questa seconda stima di massa dinamica era 400 volte più grande della stima basata sulla luce delle galassie.
- Gli ammassi sono troppo leggeri per la velocità delle galassie: devono essere tenuti insieme da una massa invisibile

Le lenti gravitazionali

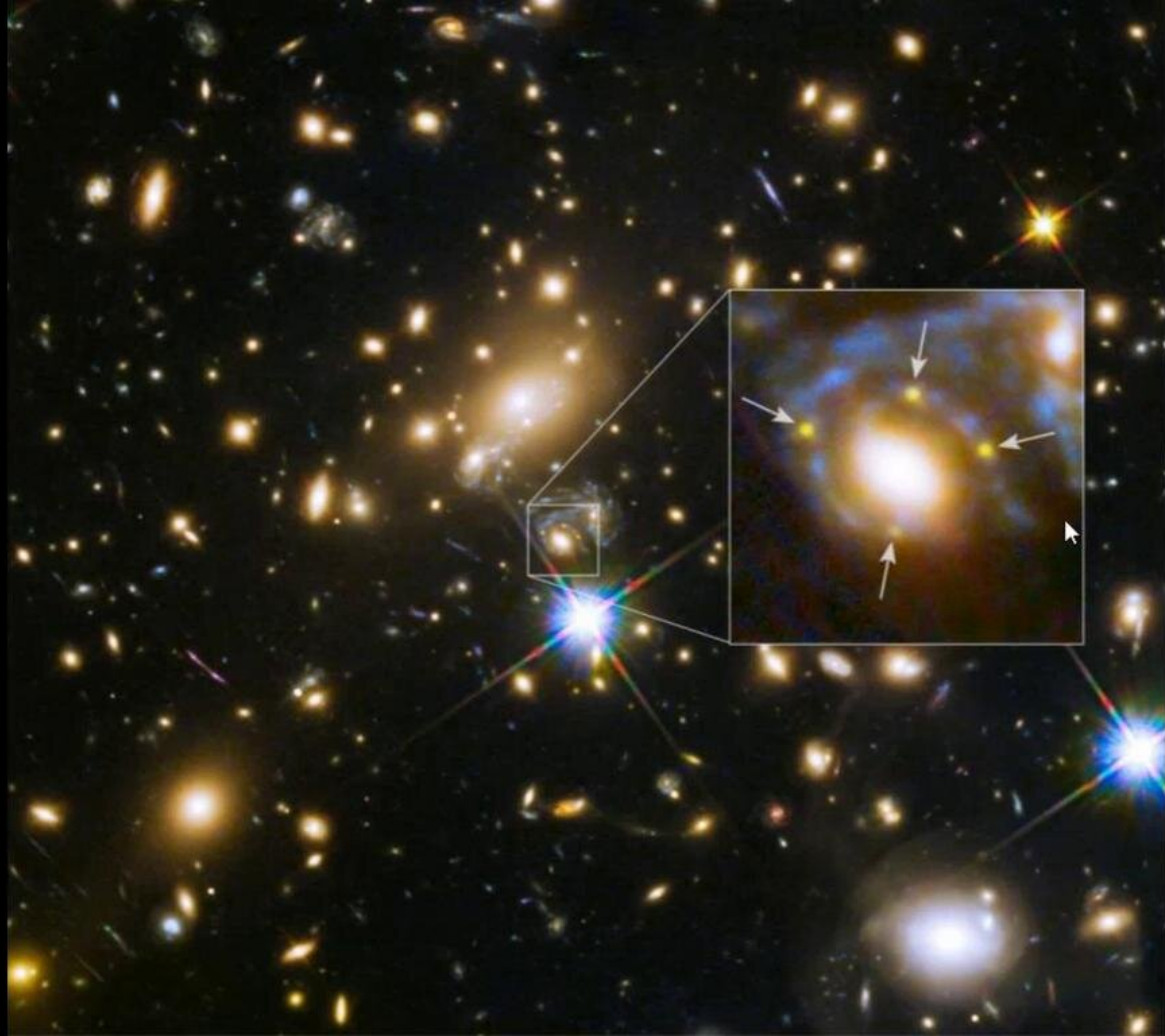


Alcune lenti gravitazionali



Gravitational Lens G2237+0305

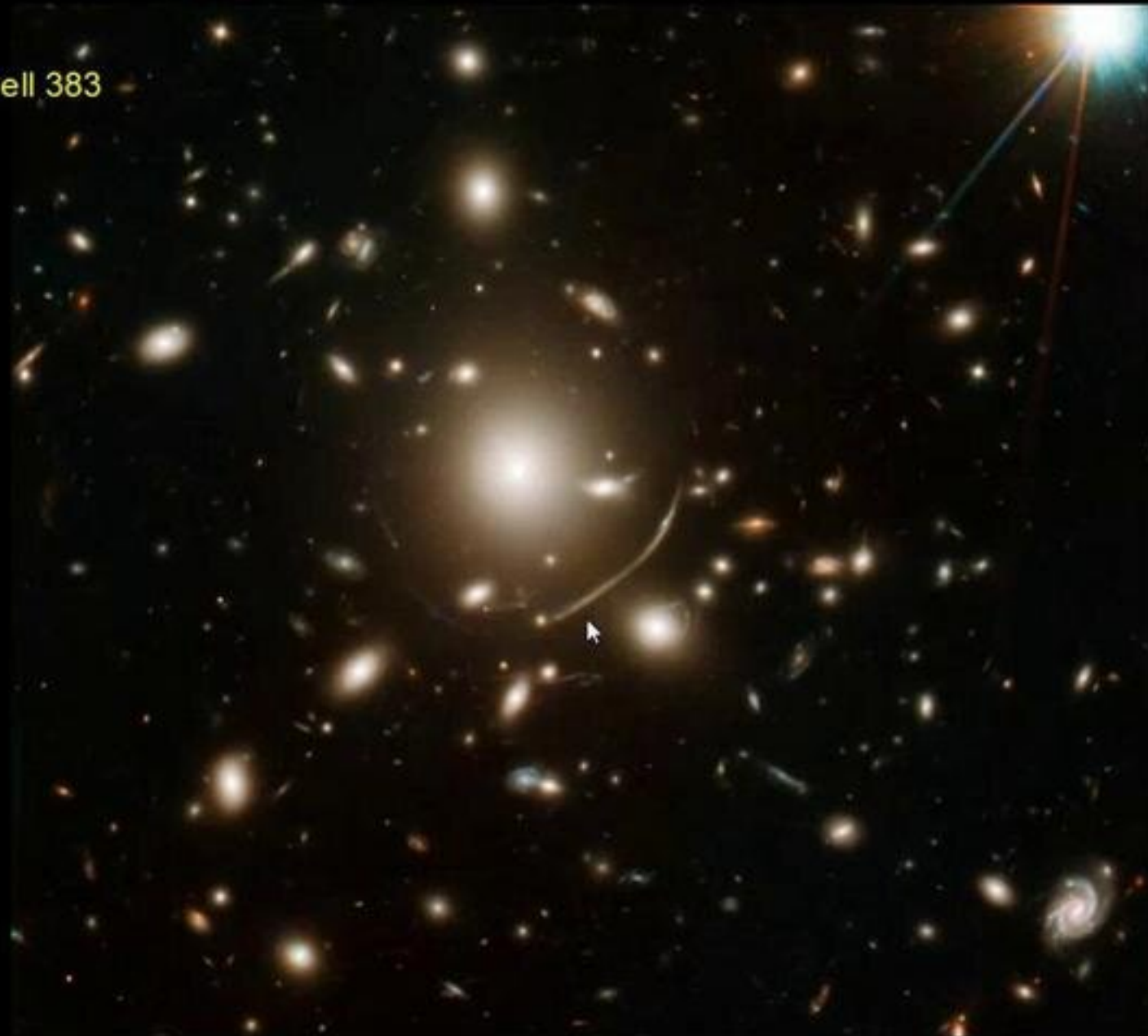




Abell 2261



Abell 383



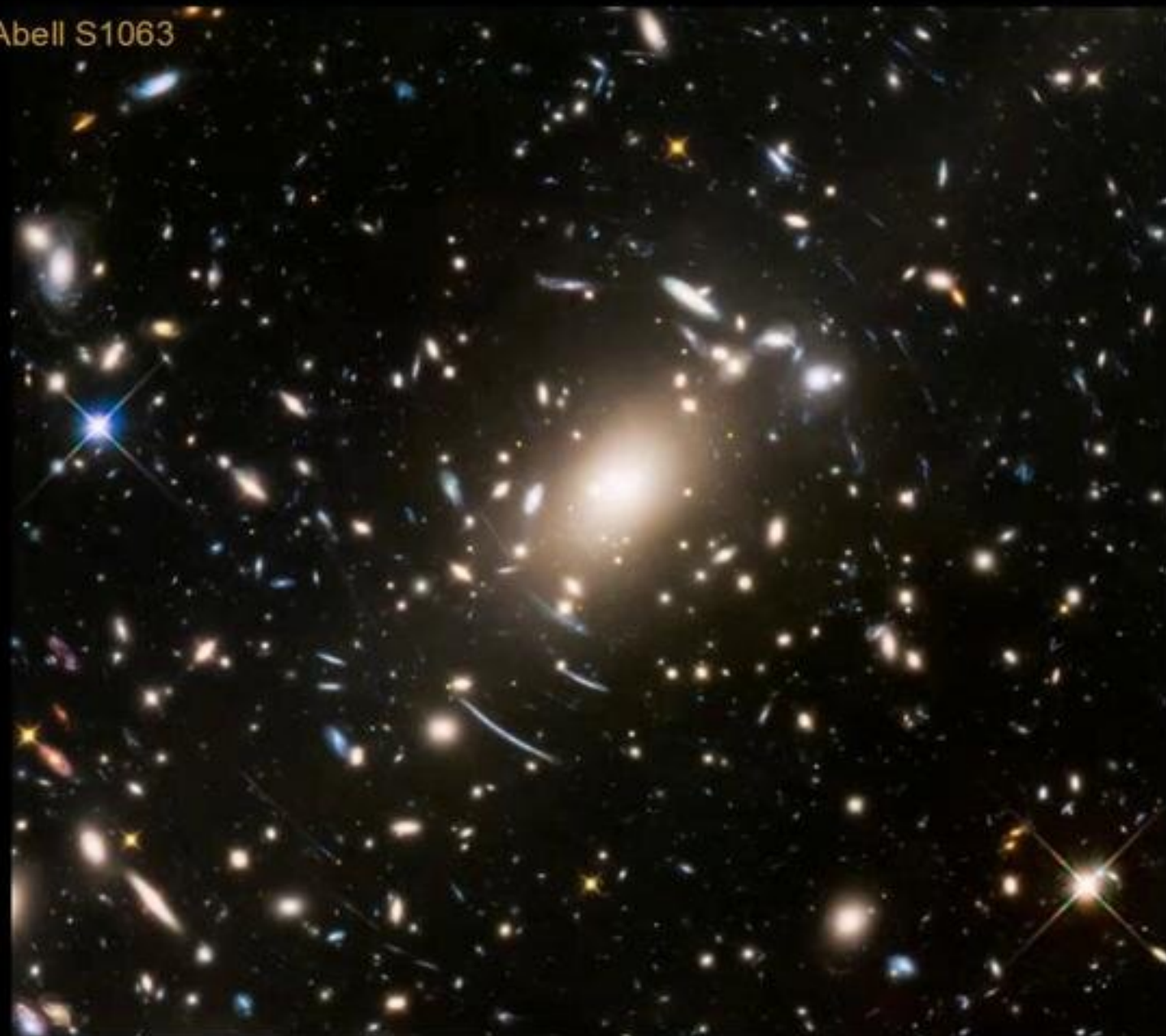
MACS J1206



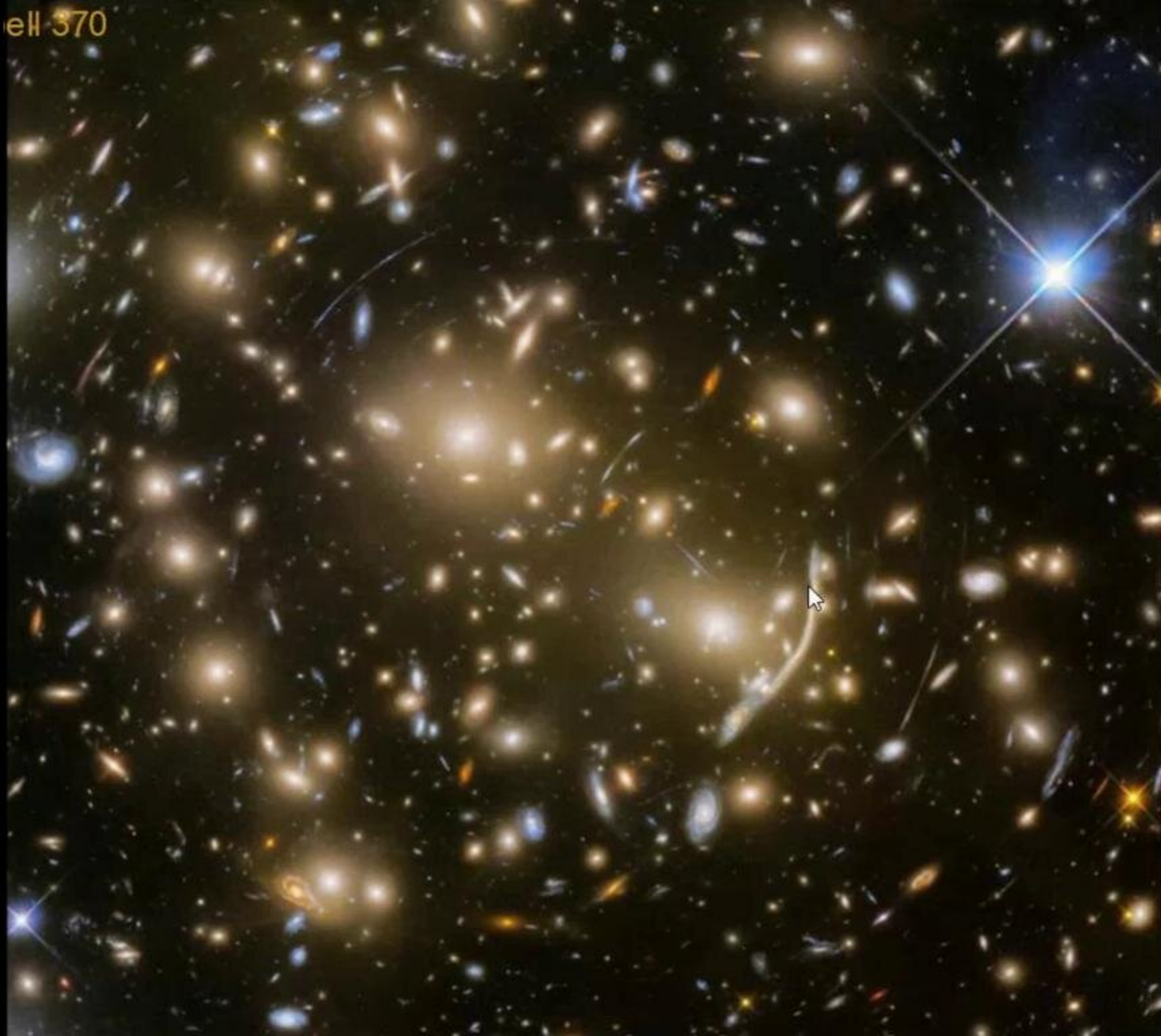




Abell S1063



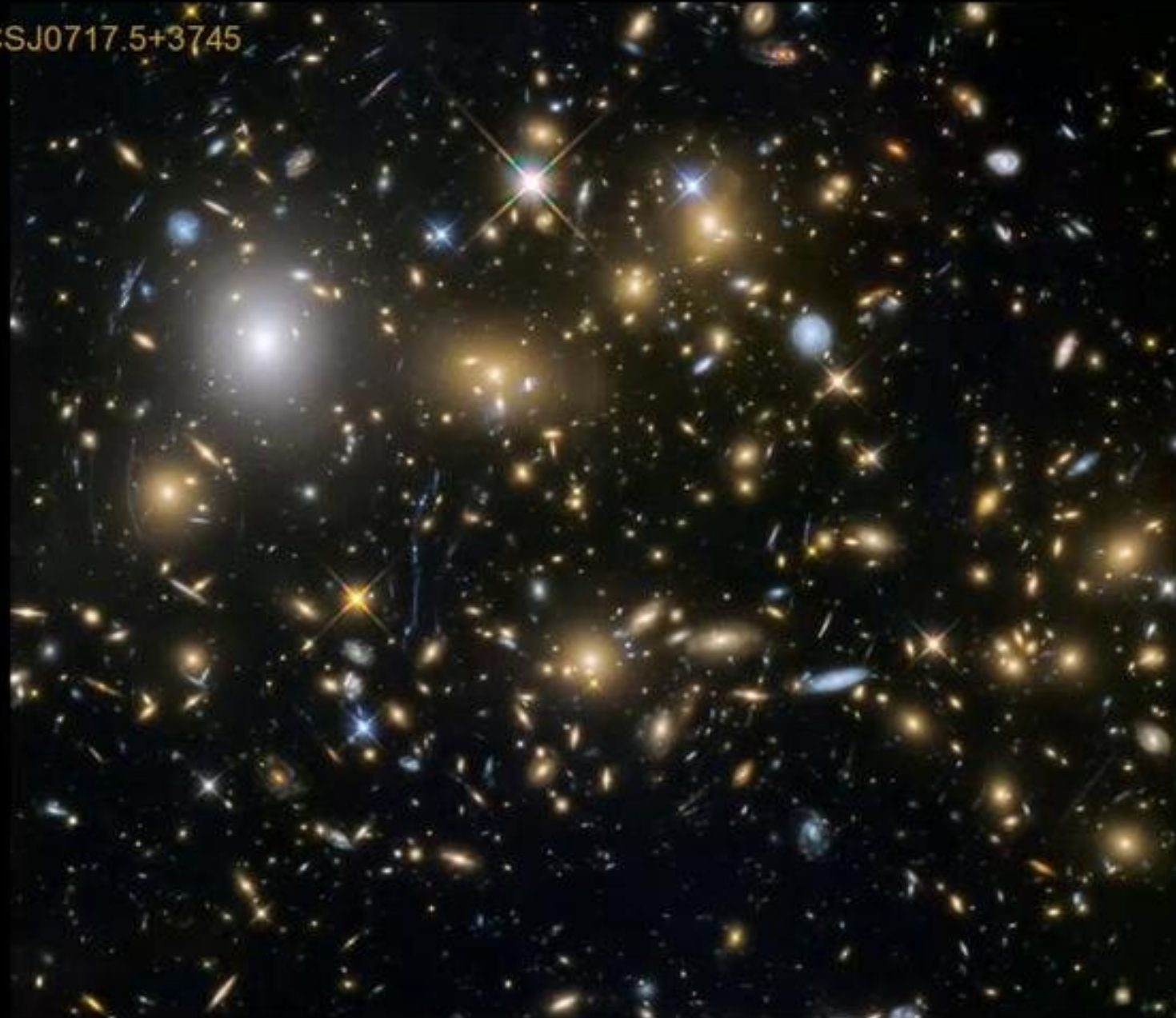
ell 370

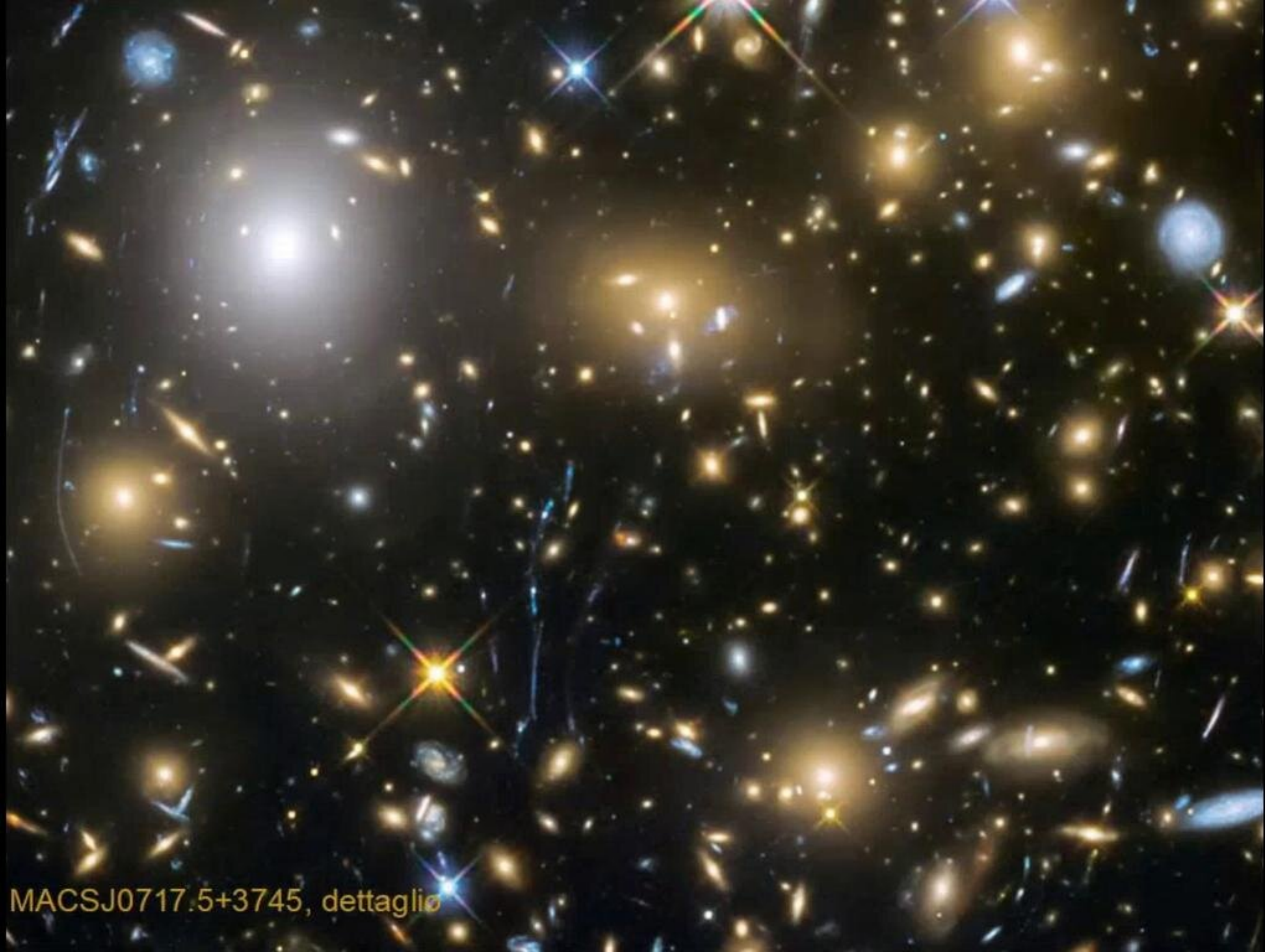


Abell 370, dettaglio



MACSJ0717.5+3745





MACSJ0717.5+3745, dettaglio

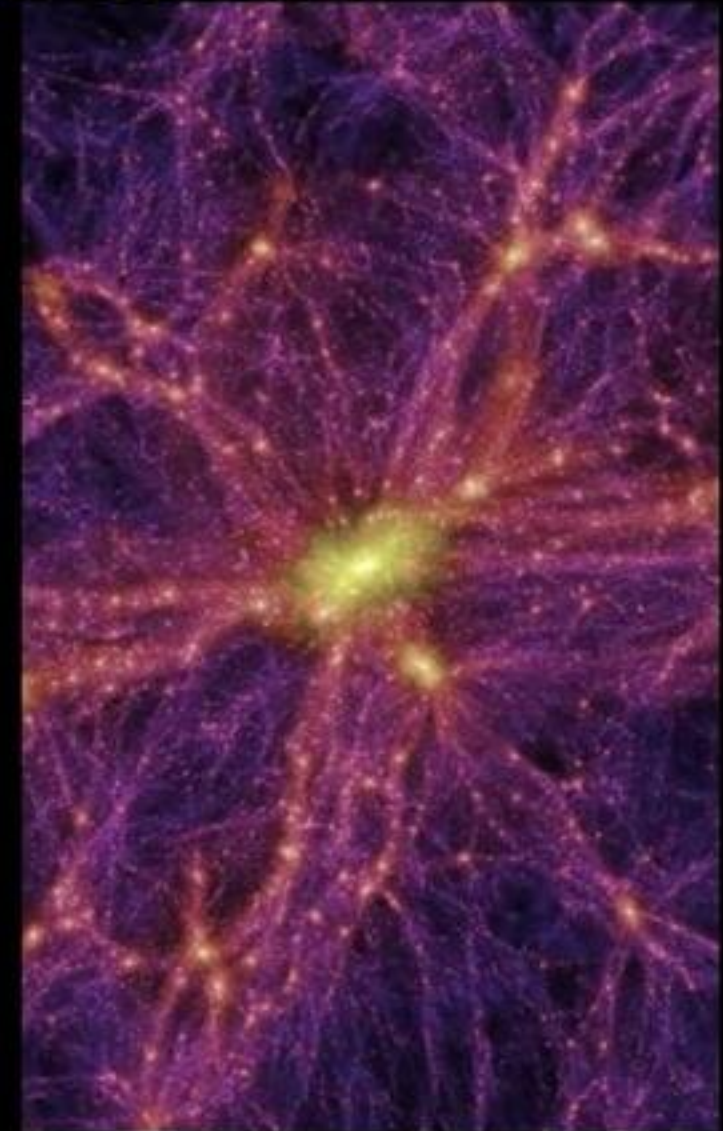




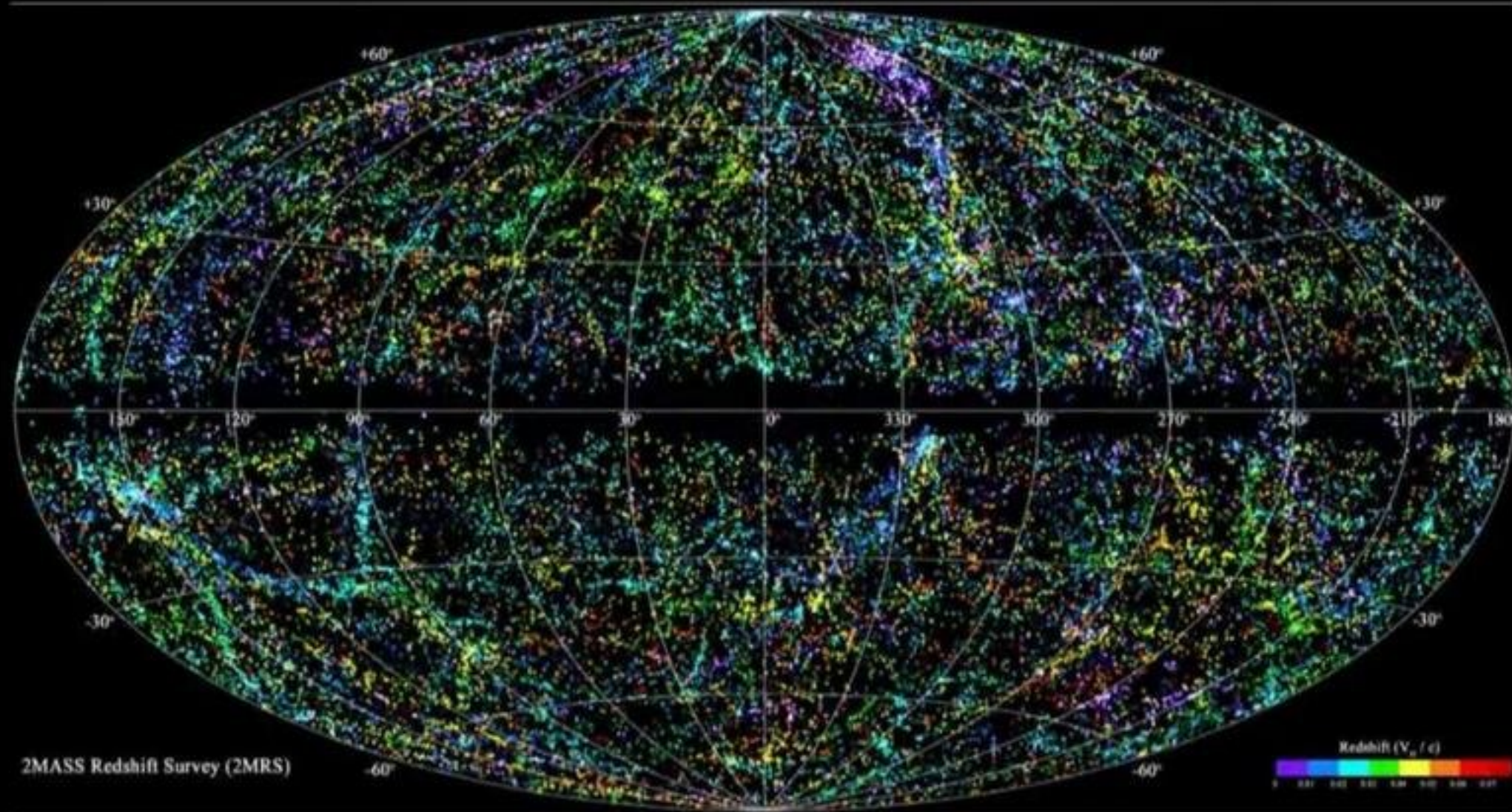


Ancora materia oscura

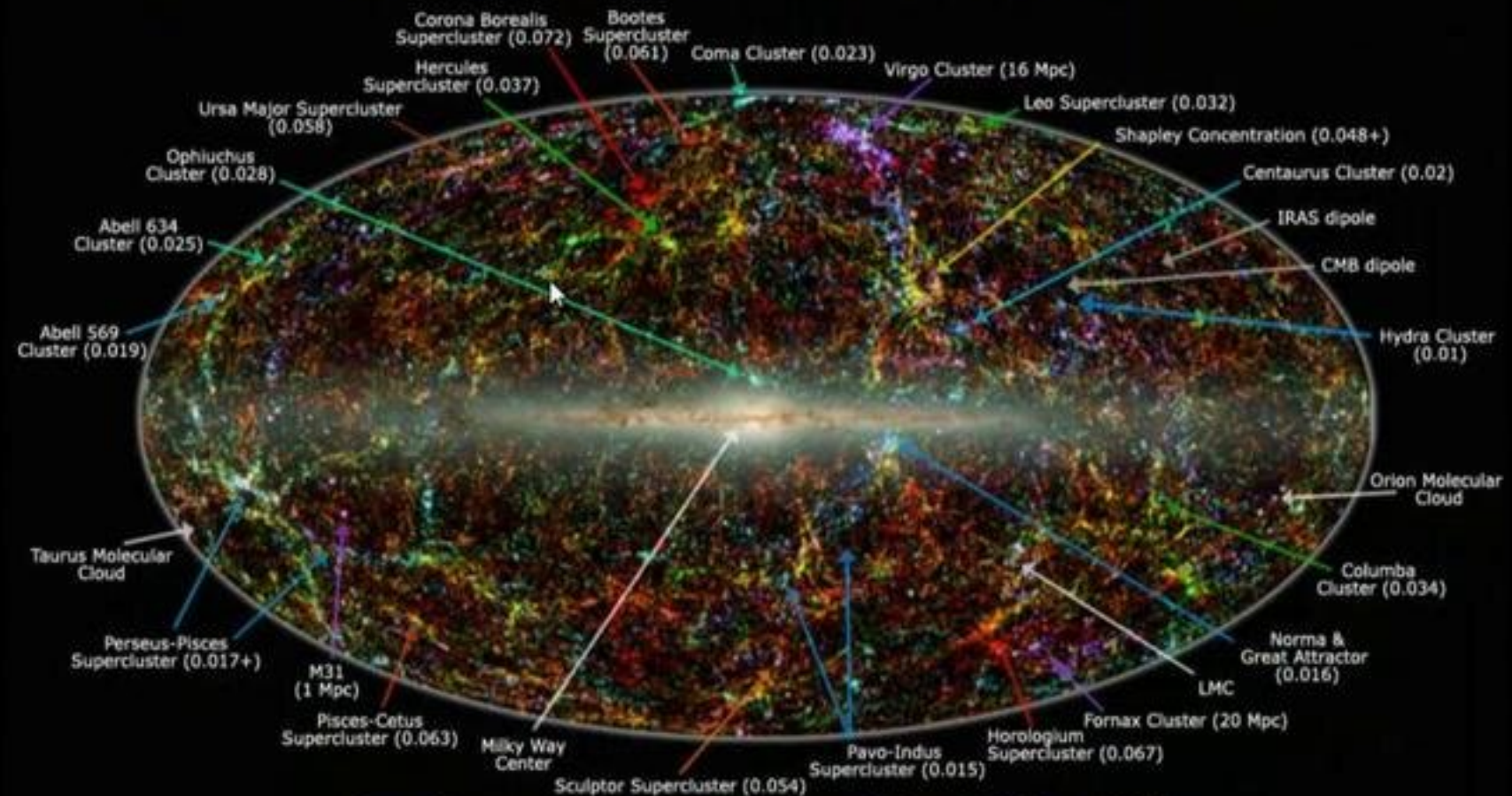
- Spesso la massa dell'ammasso è insufficiente a creare la lente
- Sono state osservate lenti gravitazionali anche in assenza di galassie!
- Simulazioni mostrano che la DM si dispone a ragnatela, nei nodi si formano e addensano le galassie



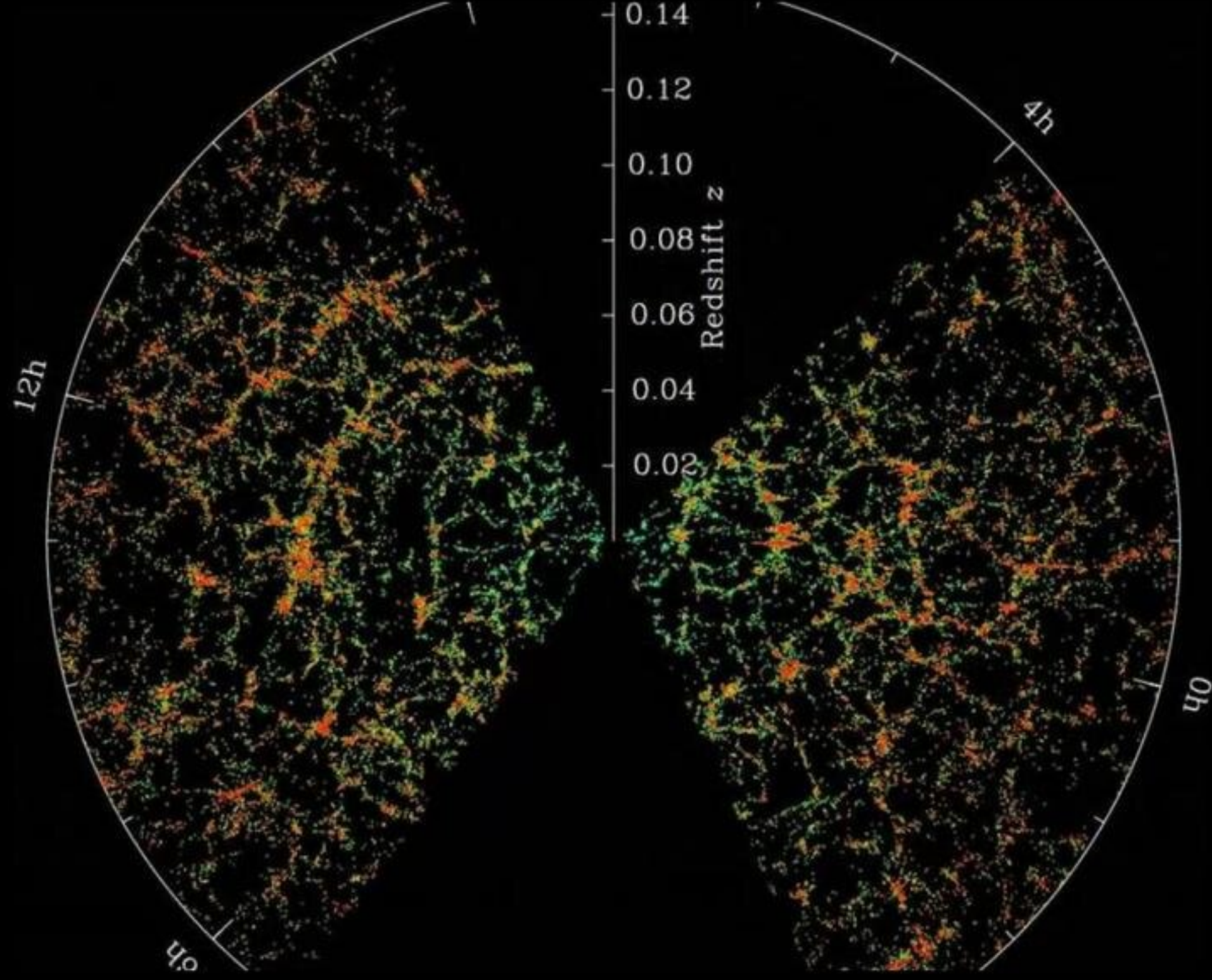
Mappa in 3D dell'universo locale, comprendente circa 43.000 galassie entro 380 milioni di anni luce dalla Terra



Large Scale Structure in the Local Universe



Legend: image shows 2MASS galaxies color coded by redshift (Jarrett 2004); familiar galaxy clusters/superclusters are labeled (numbers in parenthesis represent redshift).
Graphic created by T. Jarrett (IPAC/Caltech)



Quasar e galassie attive

