

# Un viaggio tra gli “infiniti mondi”

Massimo Capaccioli

*Dipartimento di Scienze Fisiche*

*Università di Napoli Federico II*



*PROF* - Napoli, 1 aprile 2009

J.C. Friedrich

Cos'è l'universo per un fisico ?



An abstract painting by V. Kandinsky, featuring a complex composition of overlapping geometric shapes, lines, and organic forms. The color palette is rich and varied, including deep blues, greens, reds, and earthy tones. The overall effect is one of dynamic movement and complex spatial relationships.

Cos'è l'universo per un fisico ?

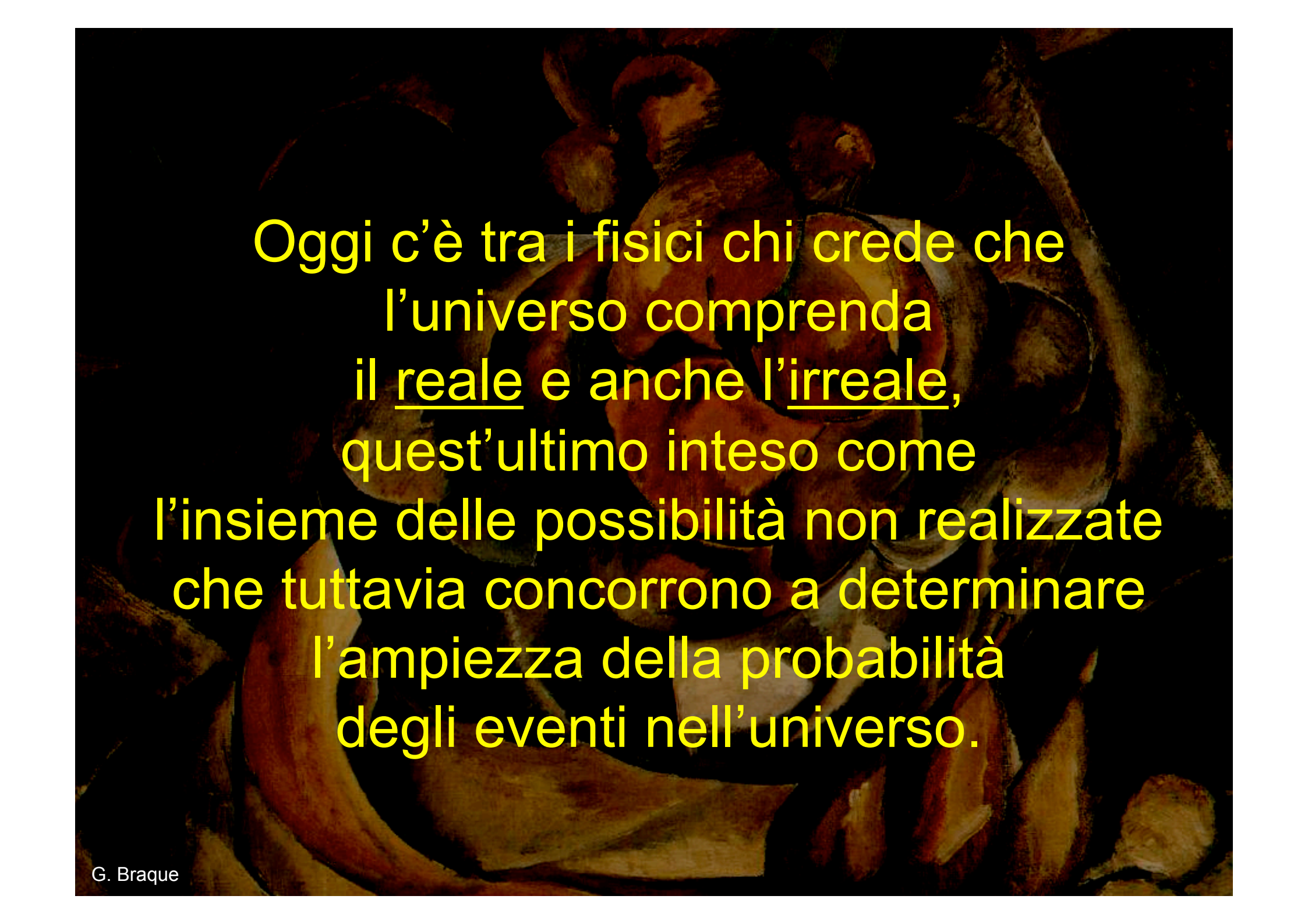
Tutto ciò che esiste:  
la totalità dello spazio e del tempo,  
ogni forma di materia, energia, momento,  
e tutte le leggi fisiche e  
le costanti che lo governano

Cos'è l'universo per un fisico ?

Dunque  
l'universo è uno e solo ?  
E' tutto ciò che esiste ?



E. Ferrari  
*Lezione di Bruno a Oxford*



Oggi c'è tra i fisici chi crede che  
l'universo comprenda  
il reale e anche l'irreale,  
quest'ultimo inteso come  
l'insieme delle possibilità non realizzate  
che tuttavia concorrono a determinare  
l'ampiezza della probabilità  
degli eventi nell'universo.

L'universo è sempre esistito ?

L'universo è sempre esistito ?

Crediamo di no.

La sua età è stimata oggi in

**13,7 miliardi di anni**

# L'universo è sempre esistito ?

La sua età è stimata oggi in

13,7 miliardi di anni.

**La Bibbia presa alla lettera...**



Il 1630 il dr. John Lightfoot, Vice-Cancelliere della Università di Cambridge, sosteneva che:

*“heaven and earth, centre and circumference, were created all together, in the same instant, and clouds full of water”, e che: “this work took place and man was created by the Trinity on October 23, 4004 B.C., at nine o'clock in the morning”.*





L'universo è finito o infinito ?

# L'universo è finito o infinito ?

E' finito perché ha un'origine nel tempo.

E' contenuto in quella sfera,  
il cui raggio cresce col tempo,  
entro la quale,  
almeno concettualmente,  
possiamo entrare in contatto  
con tutte le cose (o quasi!!!)



Come è nato ?

# Il Big Bang

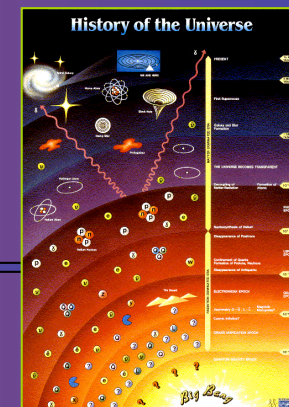
13,7 miliardi  
d'anni fa



Tempo crescente (dal passato al futuro)

Dimensione

procedendo a ritroso crescono  
temperatura  $T$  e densità  $\rho$



Freccia del tempo (dal semplice al complesso)





Come è nato ?

Che c'era prima ?

Agostino di Ippona, *Confessioni*, Libro 11, 10.12

*“Cosa faceva Dio prima di creare il cielo e la terra ?”*





L'universo è grande

M. Duchamp



L'universo osservabile occupa una sfera  
il cui diametro è 93 miliardi d'anni luce.

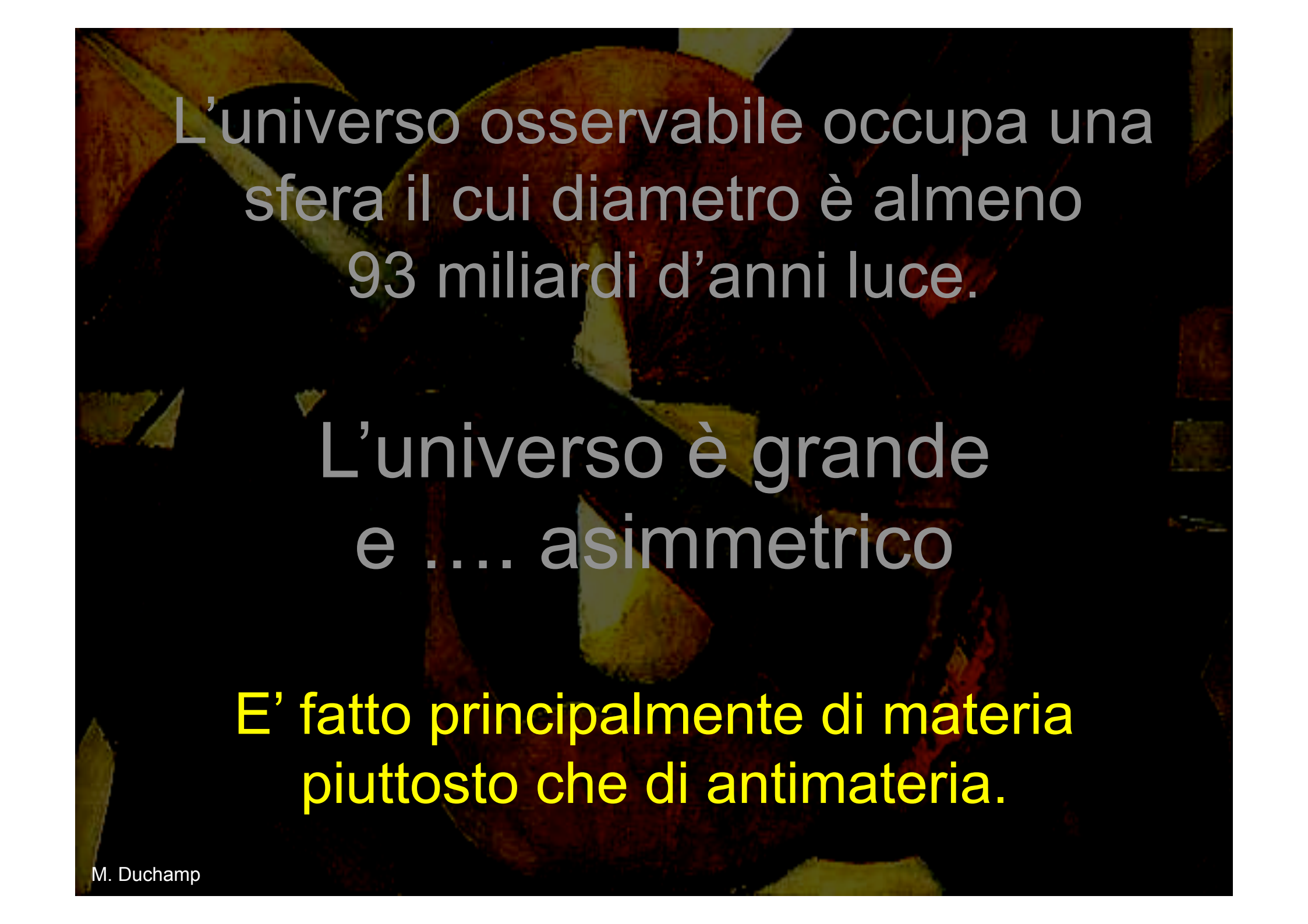
L'universo è grande



L'universo osservabile occupa una sfera  
il cui diametro è 93 miliardi d'anni luce.

L'universo è grande  
e .... **asimmetrico**





L'universo osservabile occupa una sfera il cui diametro è almeno 93 miliardi d'anni luce.

L'universo è grande e .... asimmetrico

E' fatto principalmente di materia piuttosto che di antimateria.

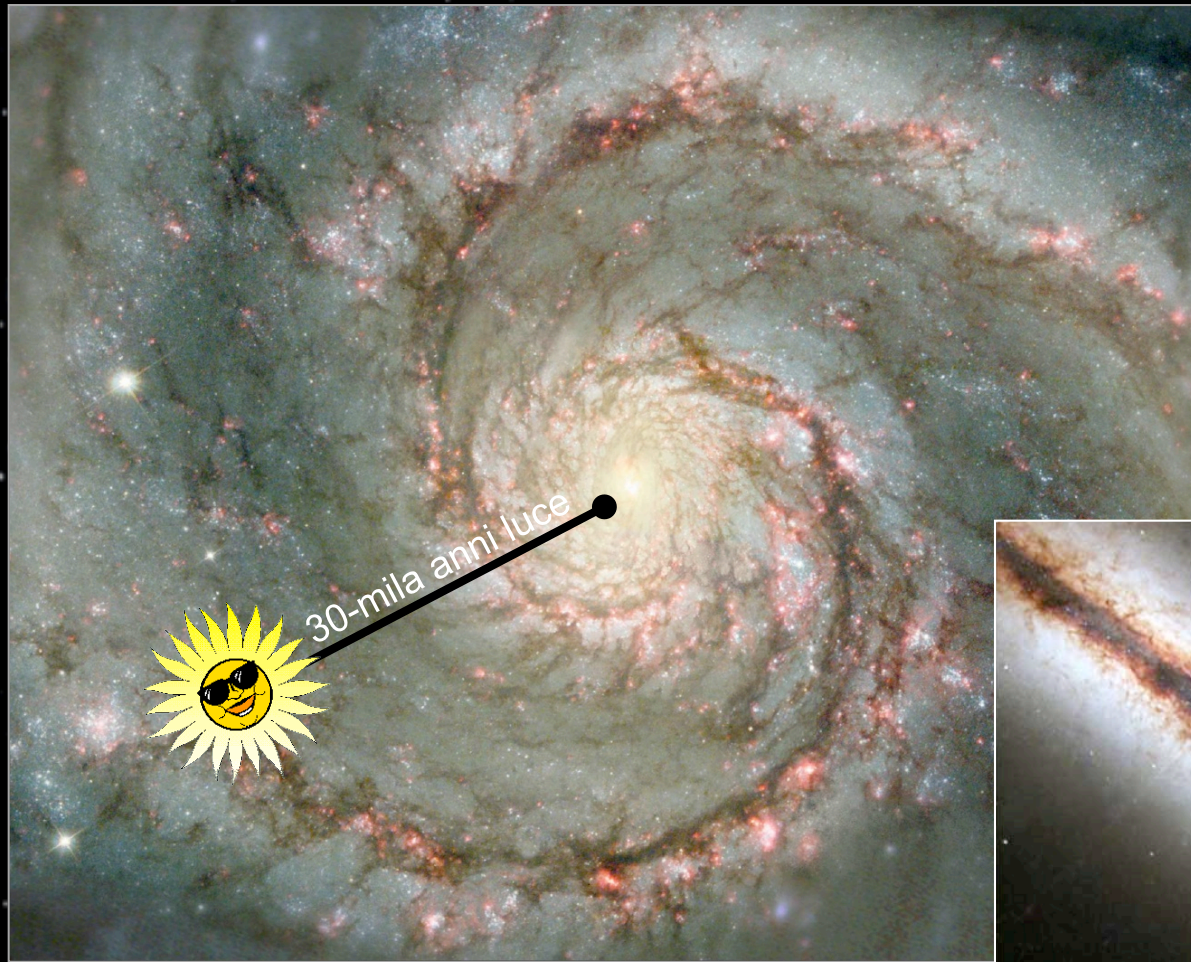
Com'è strutturato l'universo ?



# Com'è strutturato l'universo ?

Per noi, che siamo qui e ora:

- la materia luminosa è per lo più raccolta in galassie e
- è omogenea su una scala di circa 300 milioni d'anni luce.

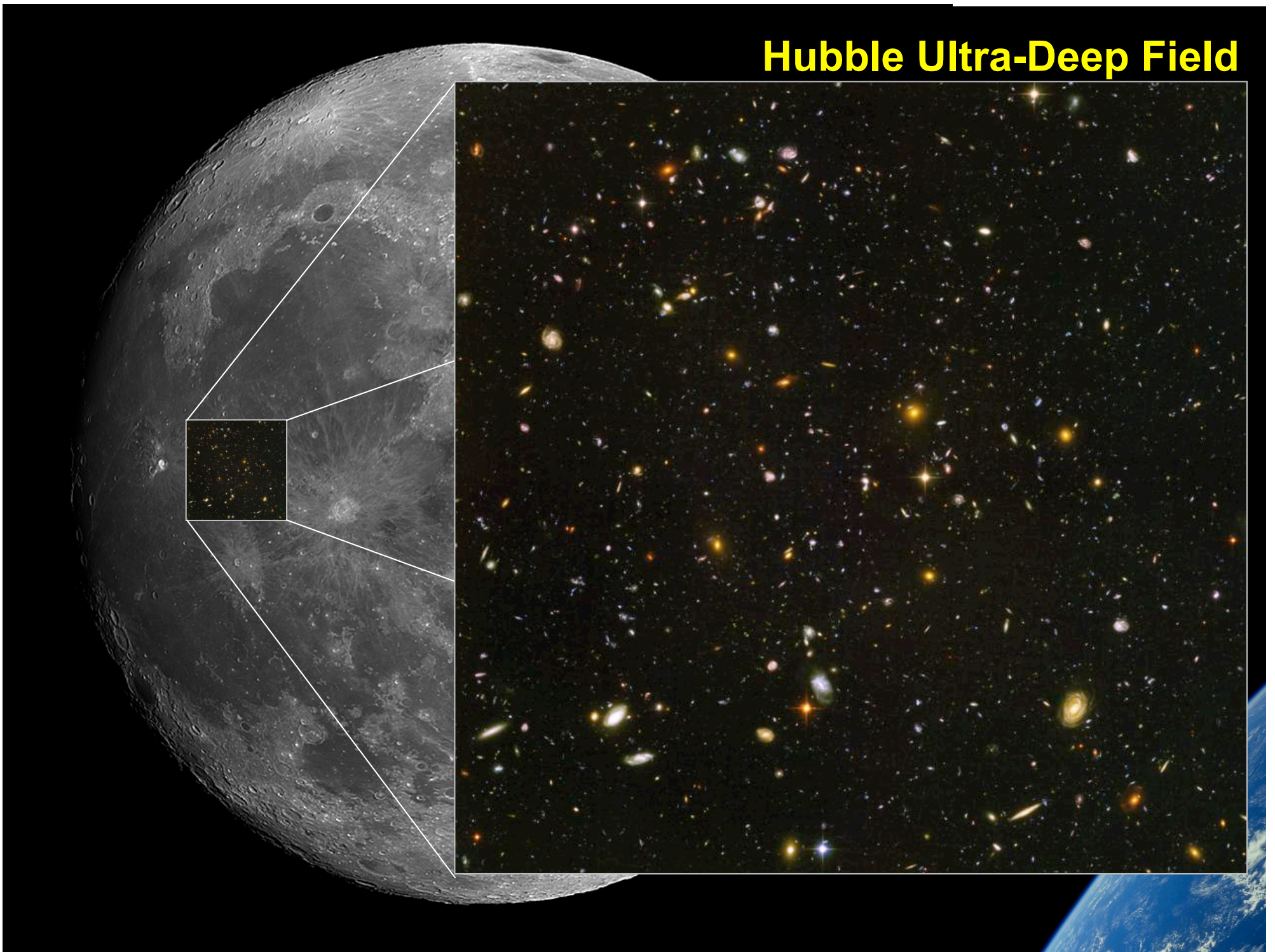


## Sosia della Via Lattea

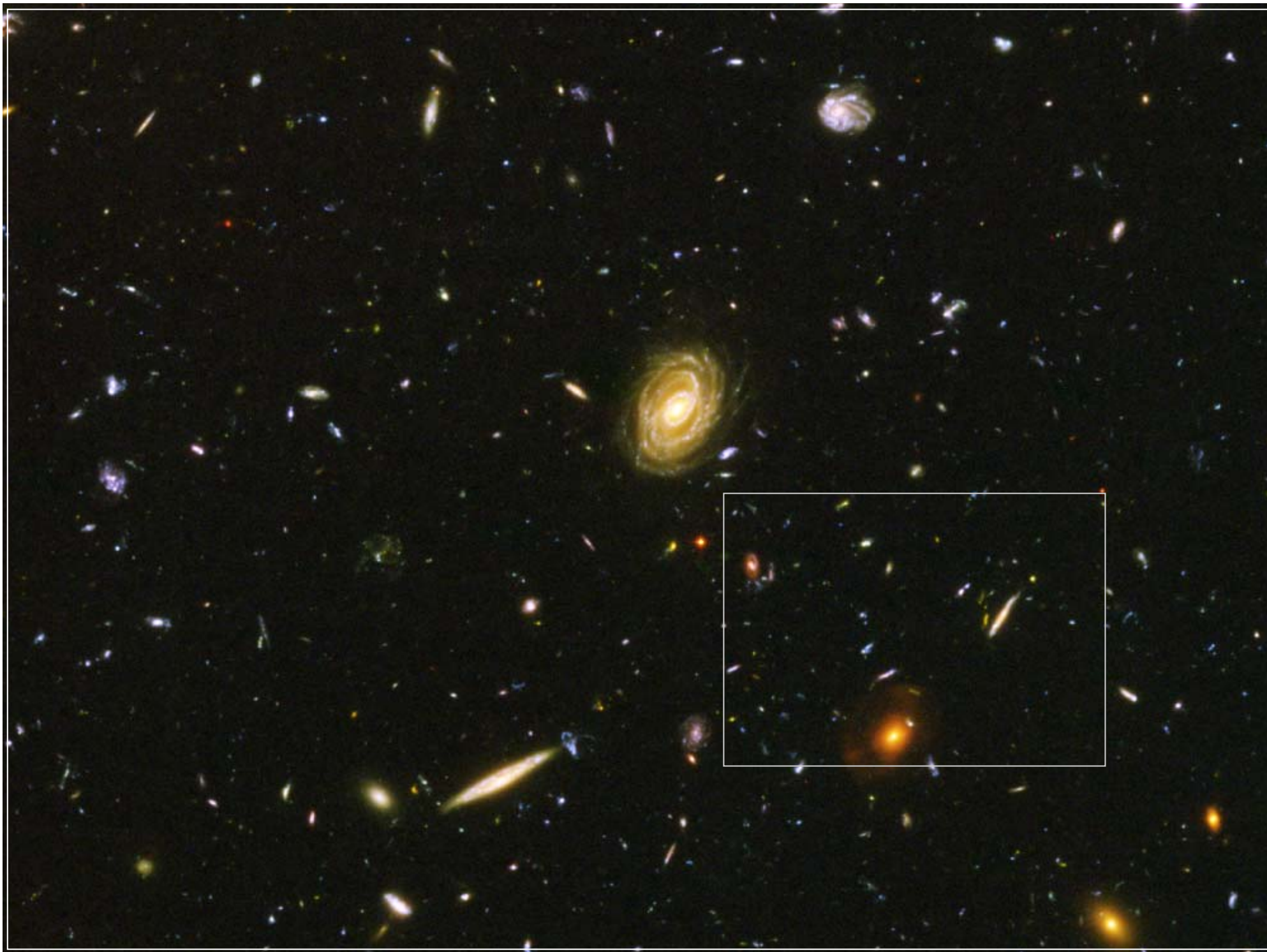
100-mila anni alla velocità  
della luce per attraversarla

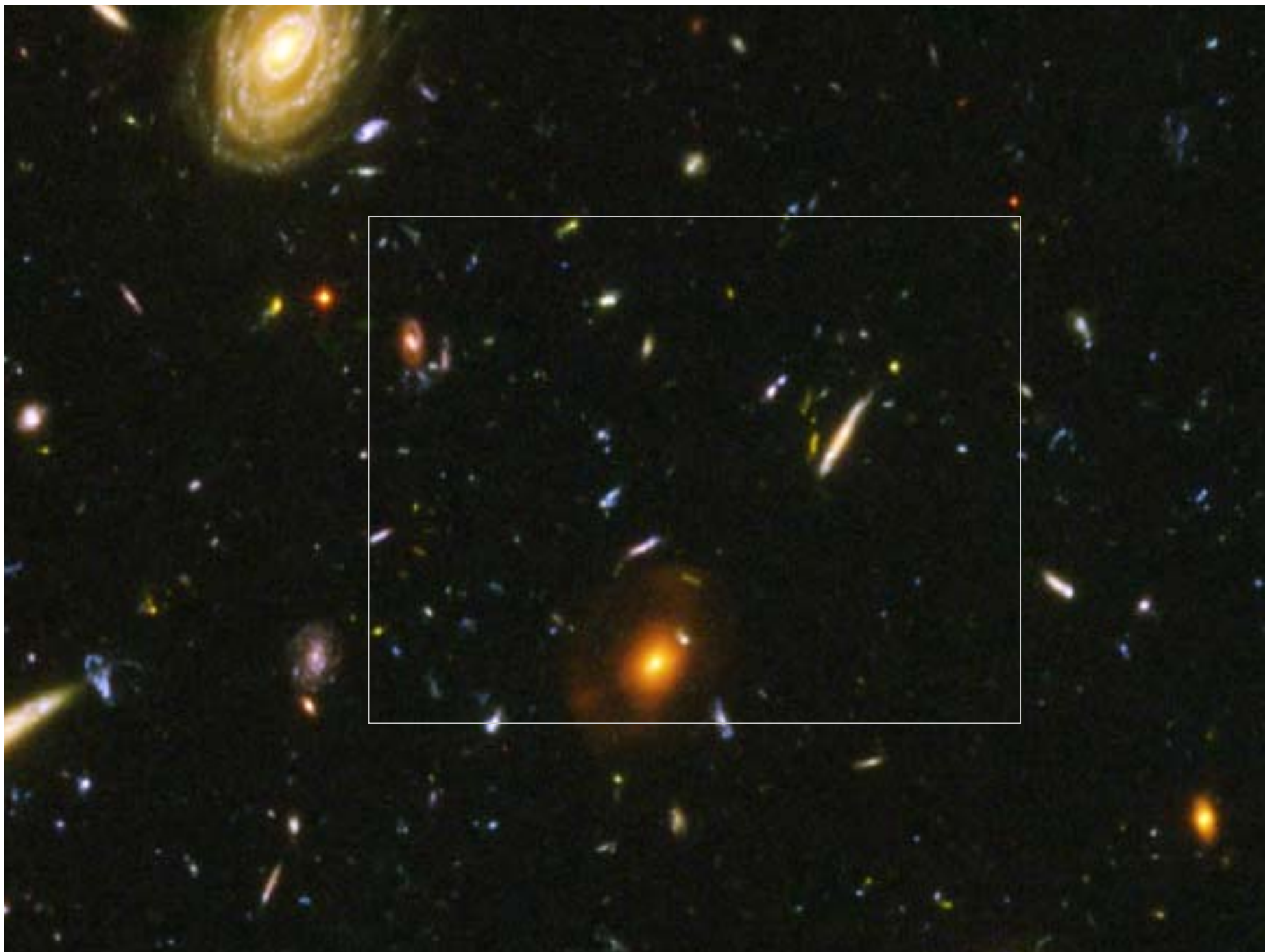


# Hubble Ultra-Deep Field



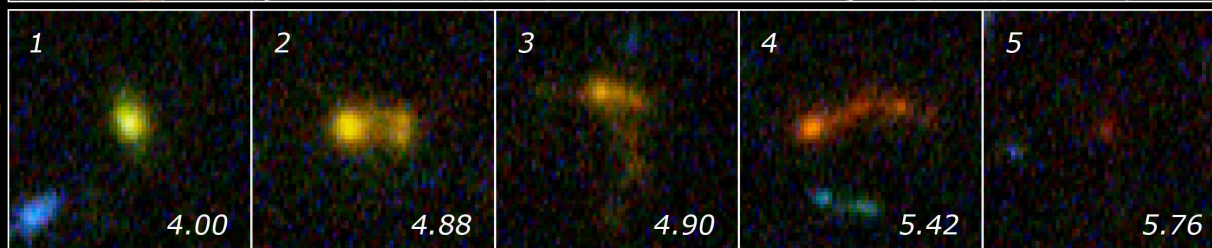
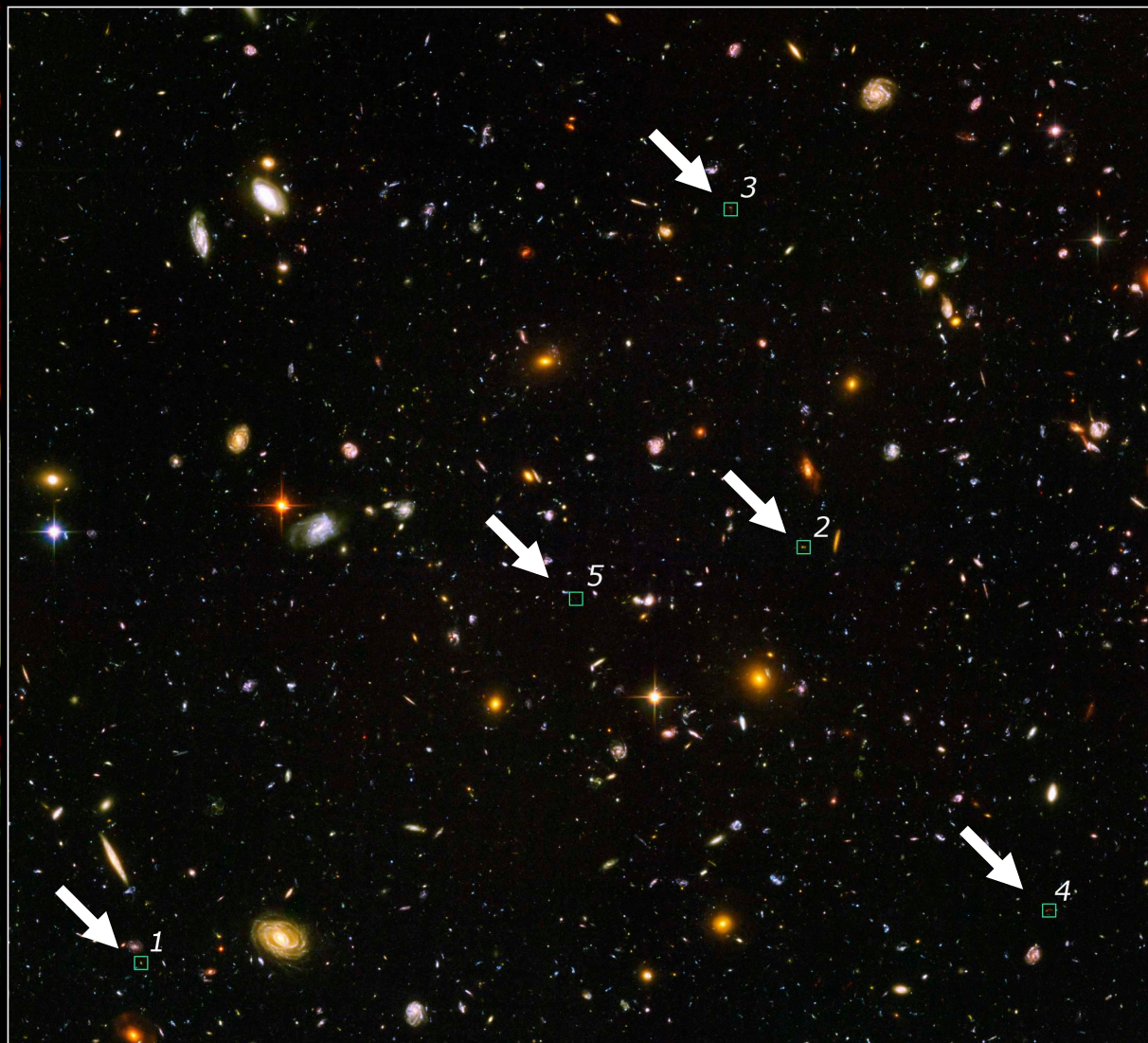








# All'alba del mondo

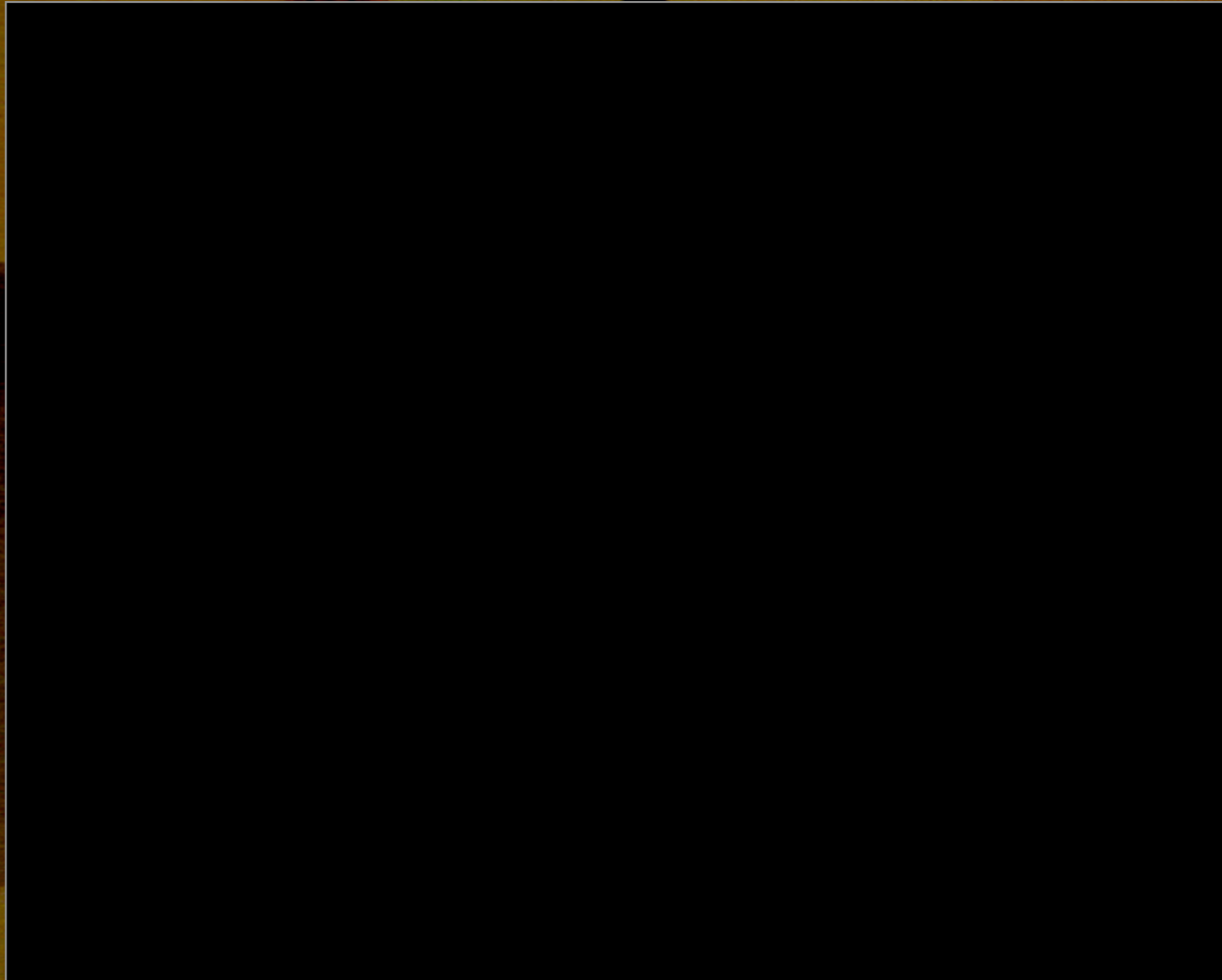




# The Millennium Simulation

10 miliardi di particelle,  
un supercomputer e .... tanti \$

Un viaggio entro un volume dell'universo "qui e ora",  
generato dalla simulazione a partire dagli ingredienti iniziali  
e da alcune ipotesi sul modello cosmologico





# Un po' di contabilità:



- **Densità di massa critica:** 3 atomi di H al litro
- **Raggio:** 10 miliardi di volte la distanza di  $\alpha$ Centauri
- **Massa totale:** un milione di miliardi di miliardi di Soli =  $10^{24} M_{\odot}$
- **Numero atomi di idrogeno:** 50 milioni di miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di miliardi =  $5 \times 10^{79}$
- **Numero totale di galassie:** 500 miliardi



L'universo è enigmatico

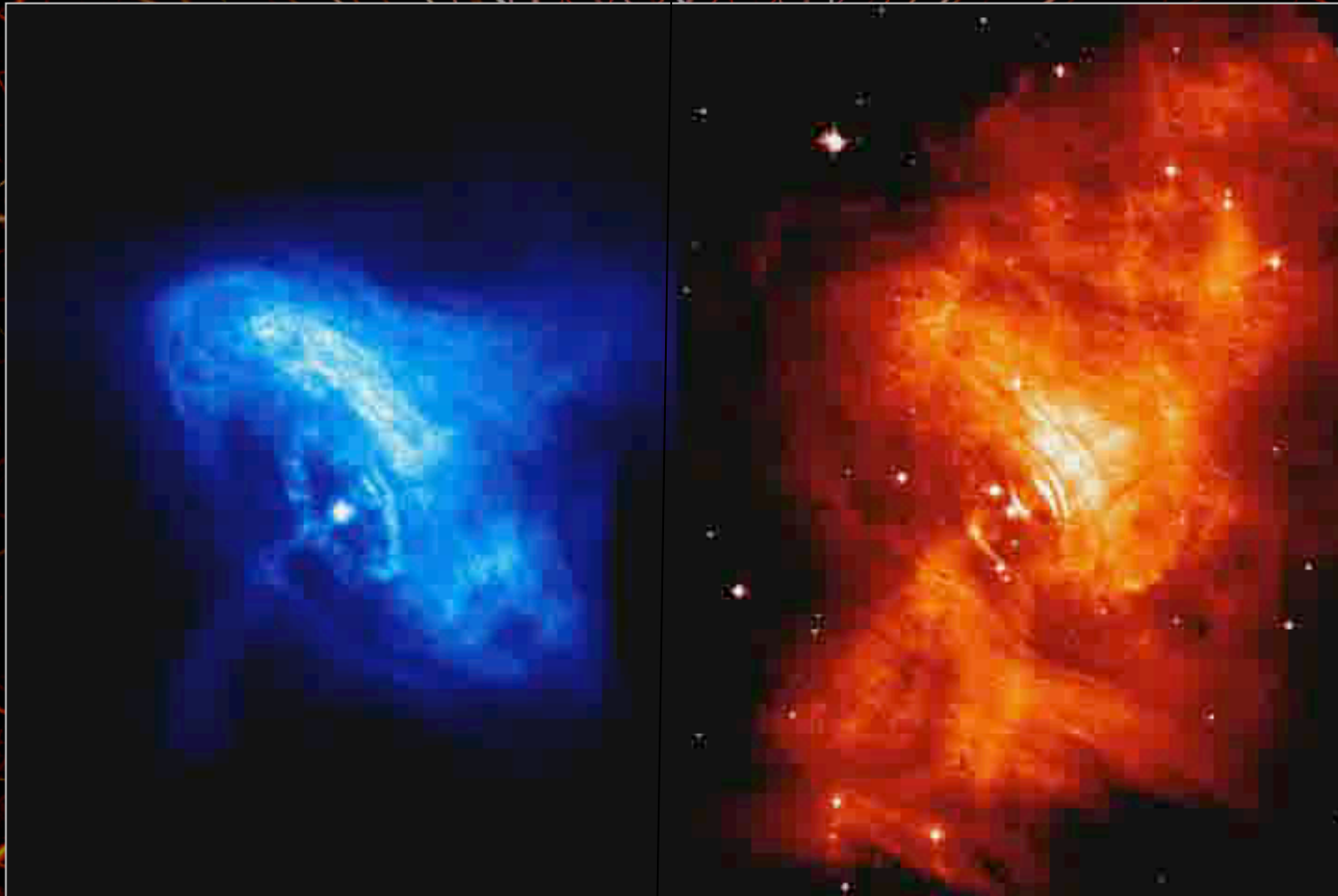
# La Crab Nebula

il resto  
“in neutroni”  
di una stella



anno 1054 d.C.

Successione di 7 immagini in ottico (**sinistra**) e in raggi X (**destra**)  
che mostra la rotazione del disco di accrescimento  
attorno alla stella di neutroni della Crab Nebula





J. Tintoretto

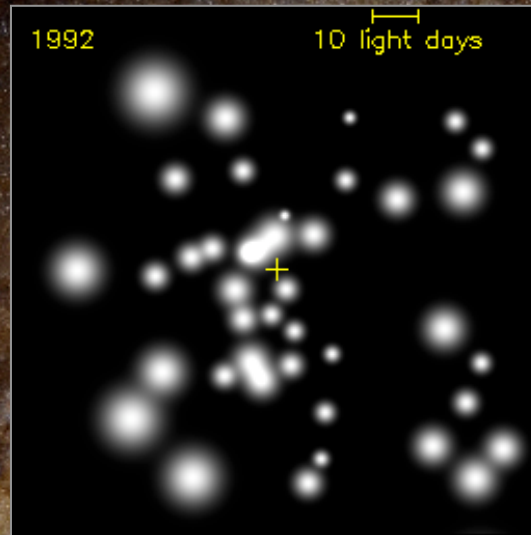
# Al centro della Via Lattea nel Sagittario ....



c'è un buco nero con la  
massa di 6 milioni di Soli



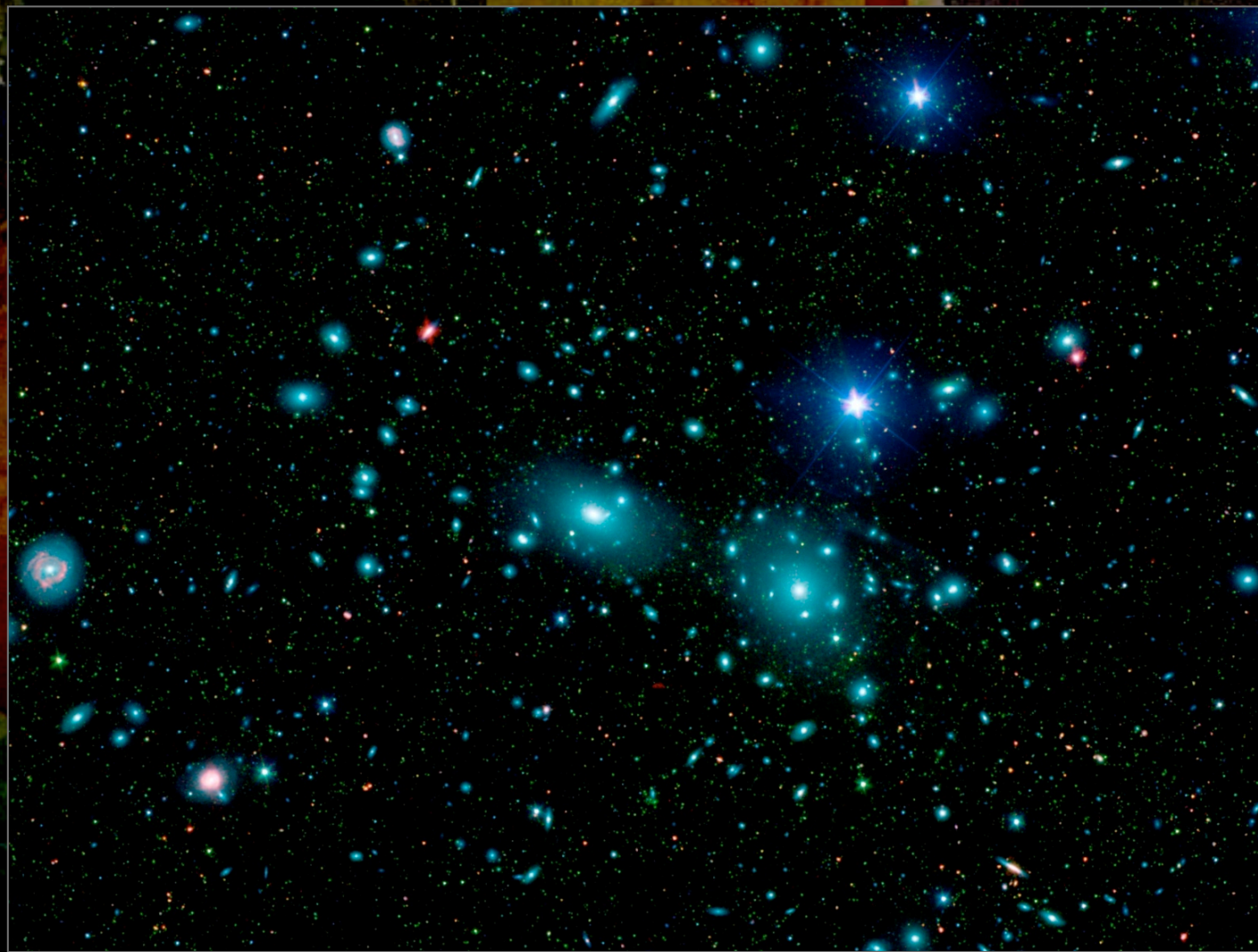
epoca della  
fotografia



L'effetto del  
buco nero centrale  
sulle stelle vicine

# Ammasso di galassie in Coma

D = 240-milioni d'anni luce



*E' la somma che fa il totale ?*





**Lenti gravitazionali**

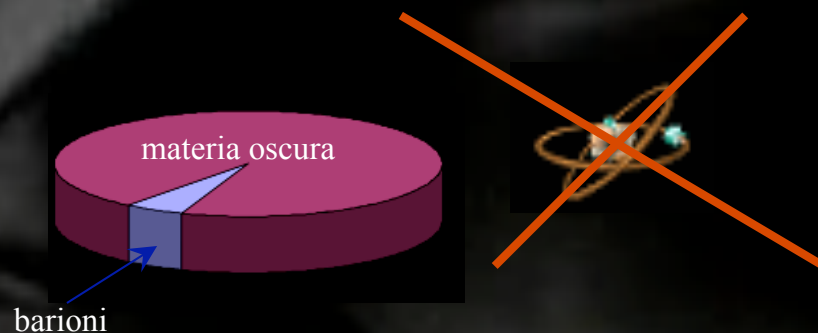


Lenti gravitazionali

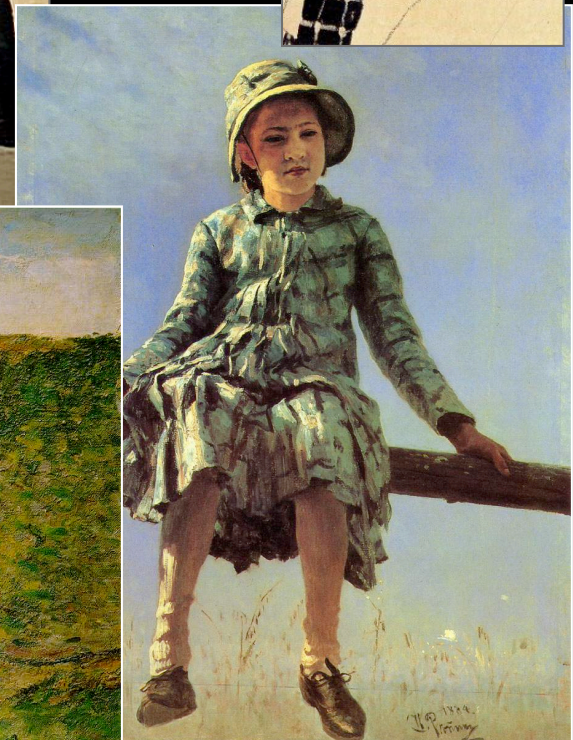
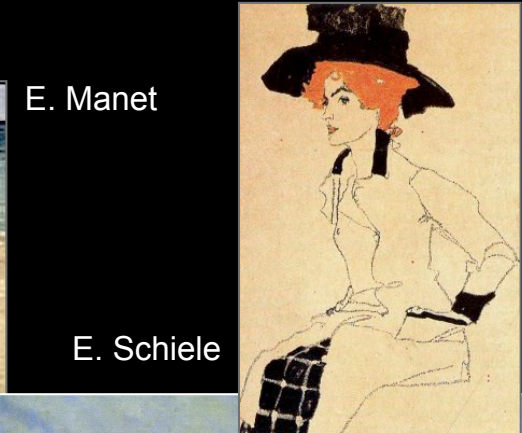
Nell'universo esiste in grande quantità una materia di  
natura sconosciuta,  
che possiede massa (energia) ma non emette luce.

Per questo è stata chiamata

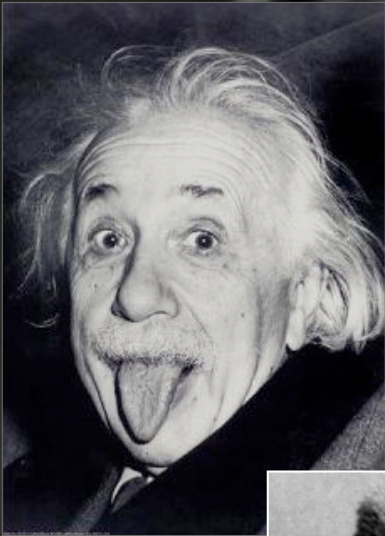
# Materia Oscura (Dark Matter)



# La materia come la conosciamo



# Energia Oscura (Dark Energy)



A. Einstein



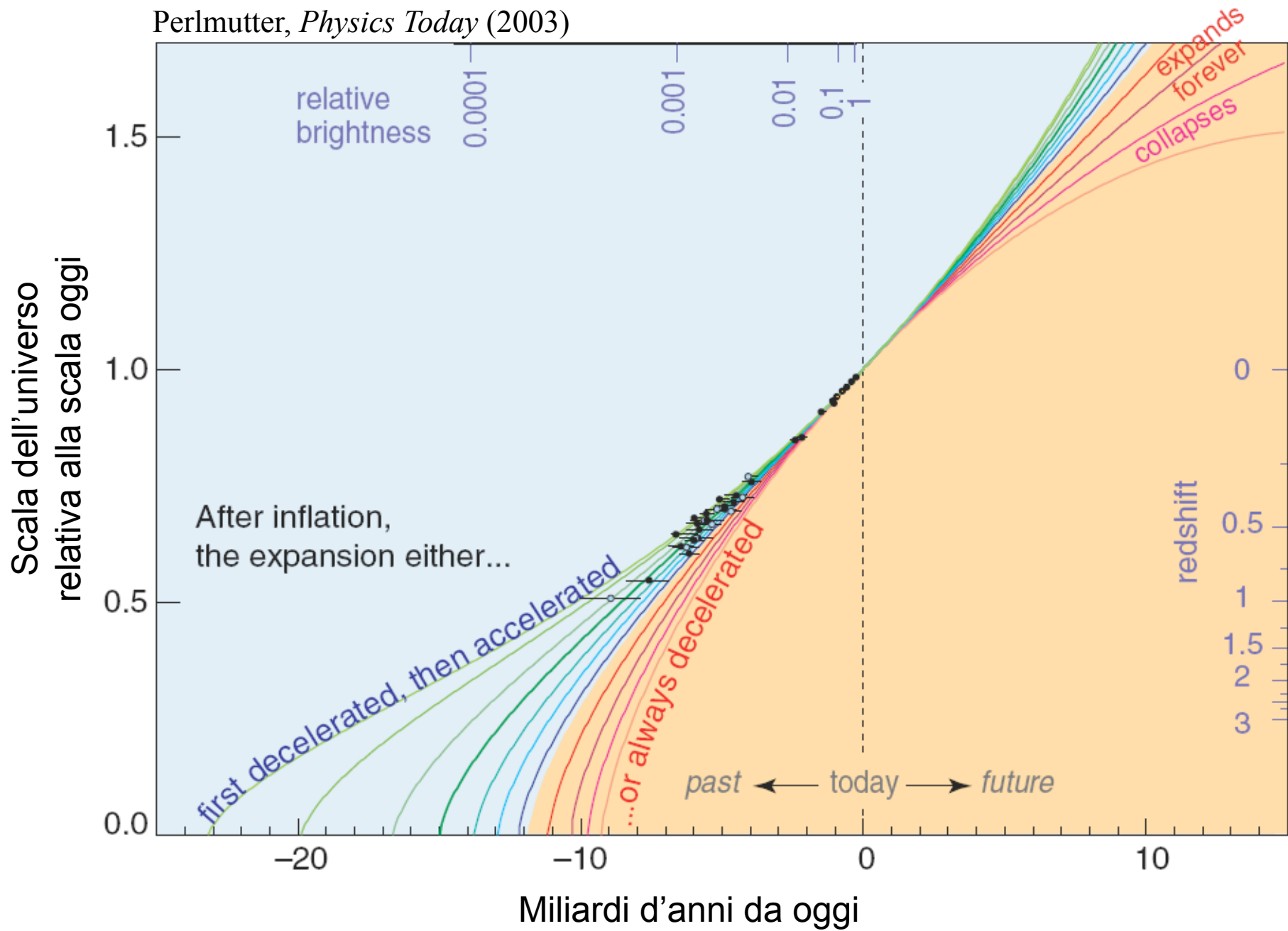
Aristotele



W. Heisenberg

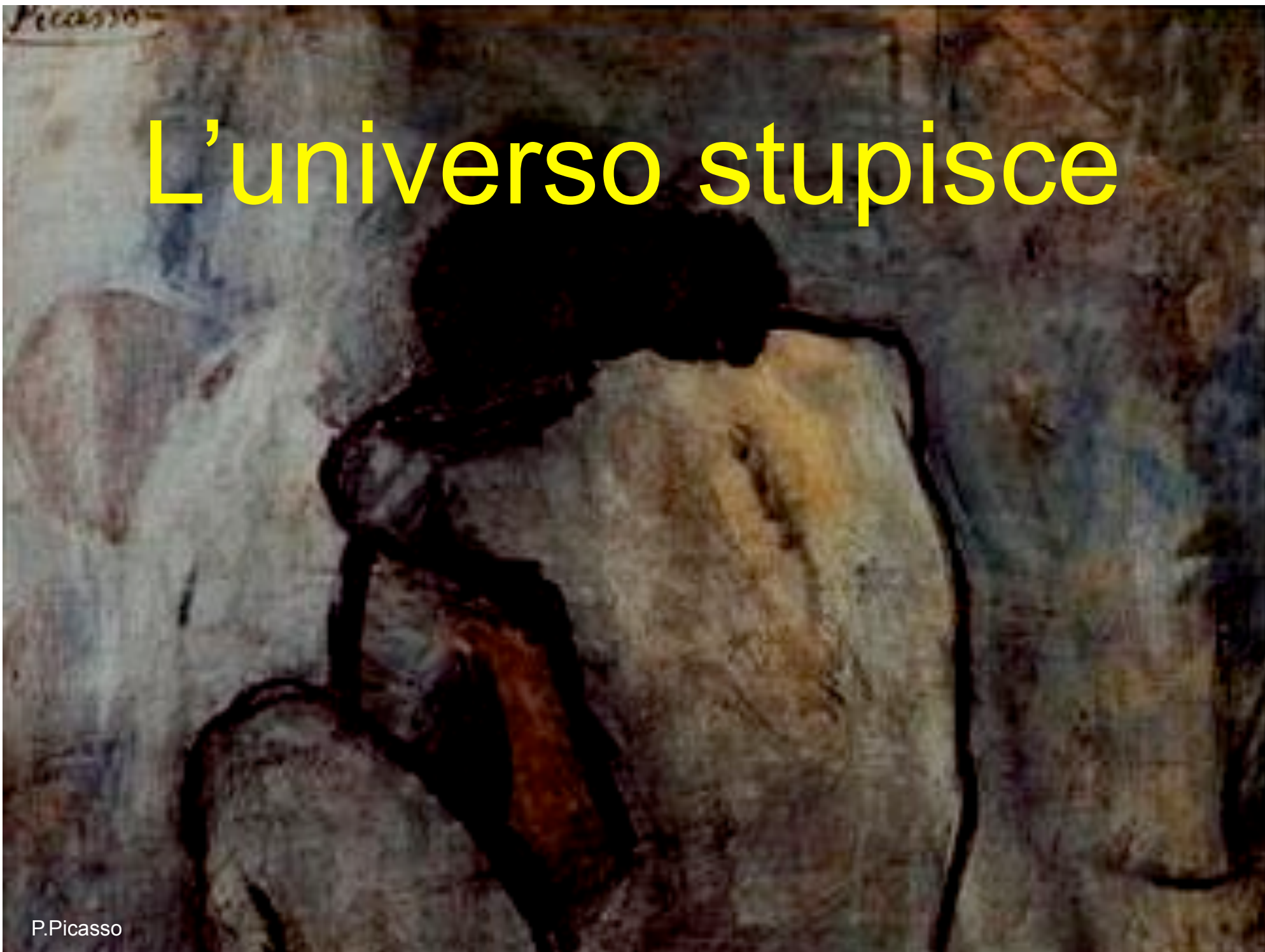
# Storia dell'espansione del cosmo

Perlmutter, *Physics Today* (2003)





# L'universo stupisce



# La Luna e le sue fasi

tempo  
religione  
calendari  
agricoltura  
pazzia .....



I.Repin



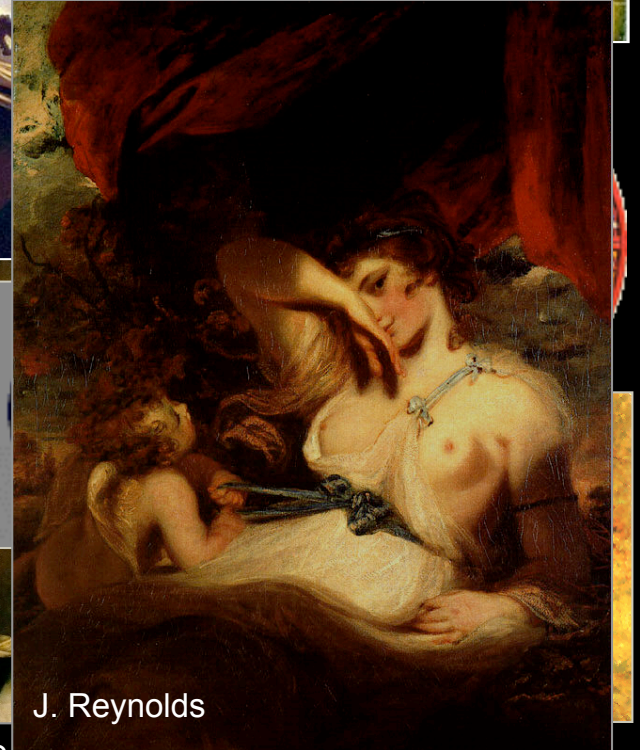
H. Memling



S.Dali



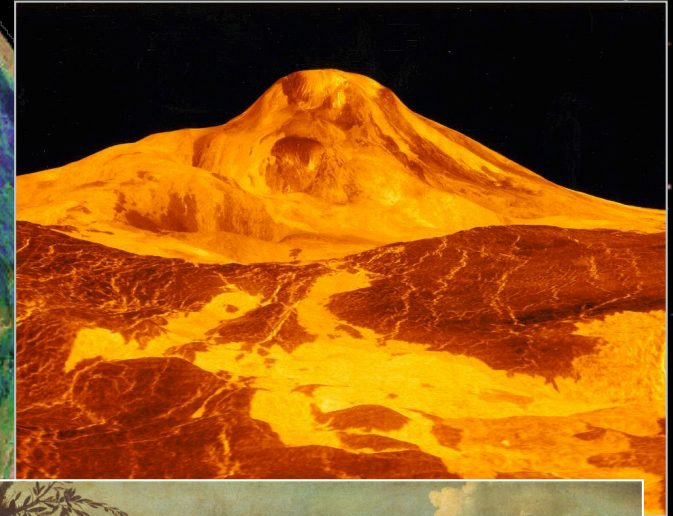
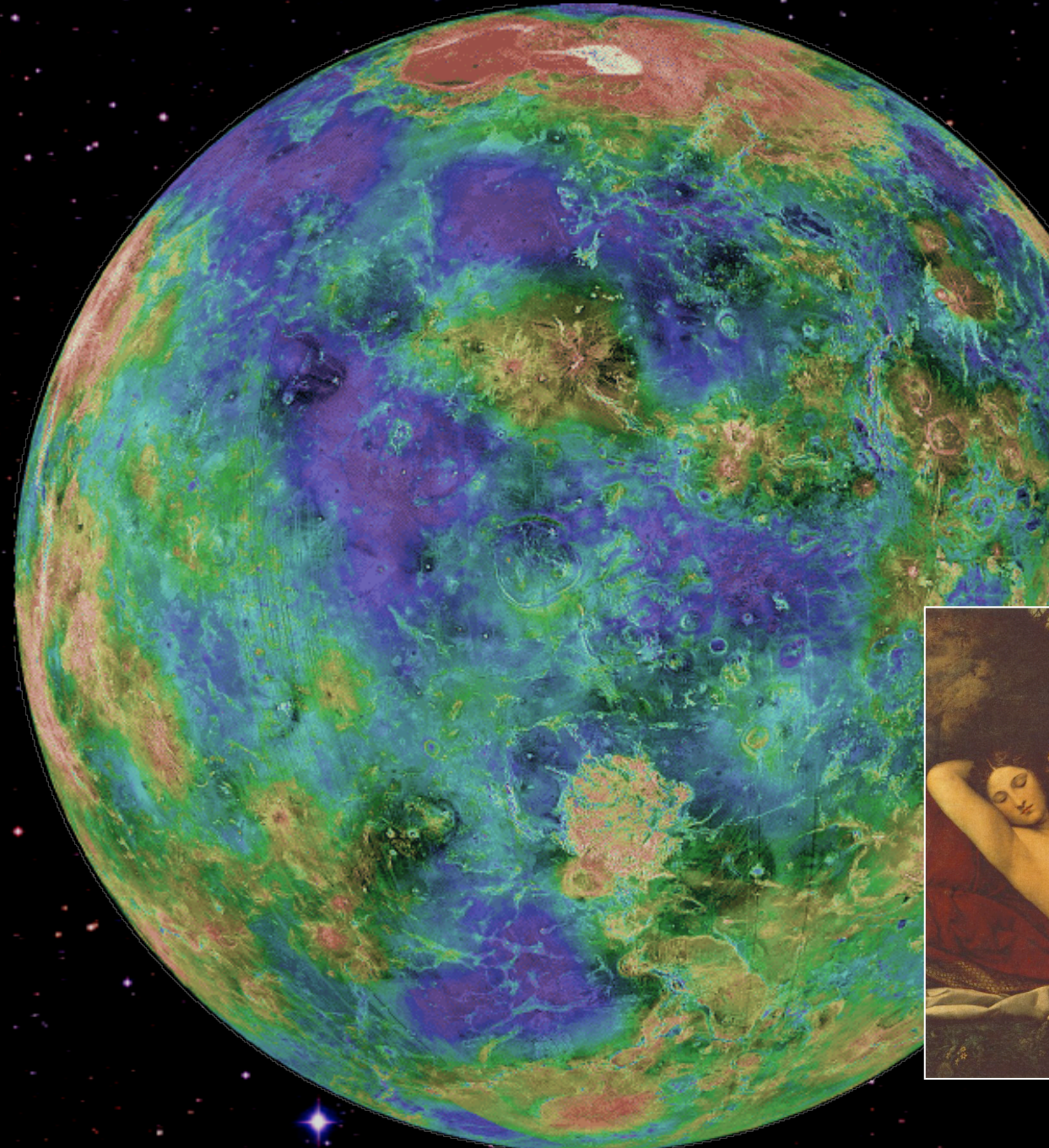
Caravaggio



J. Reynolds

G. Patton

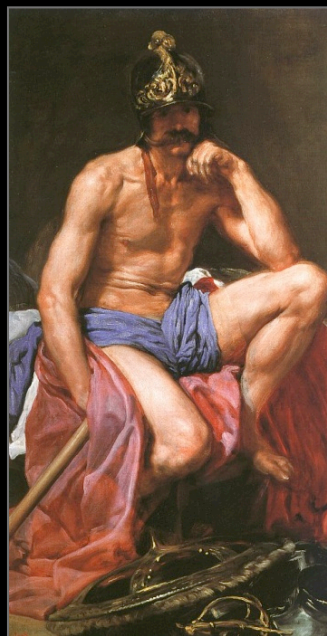
# Venere



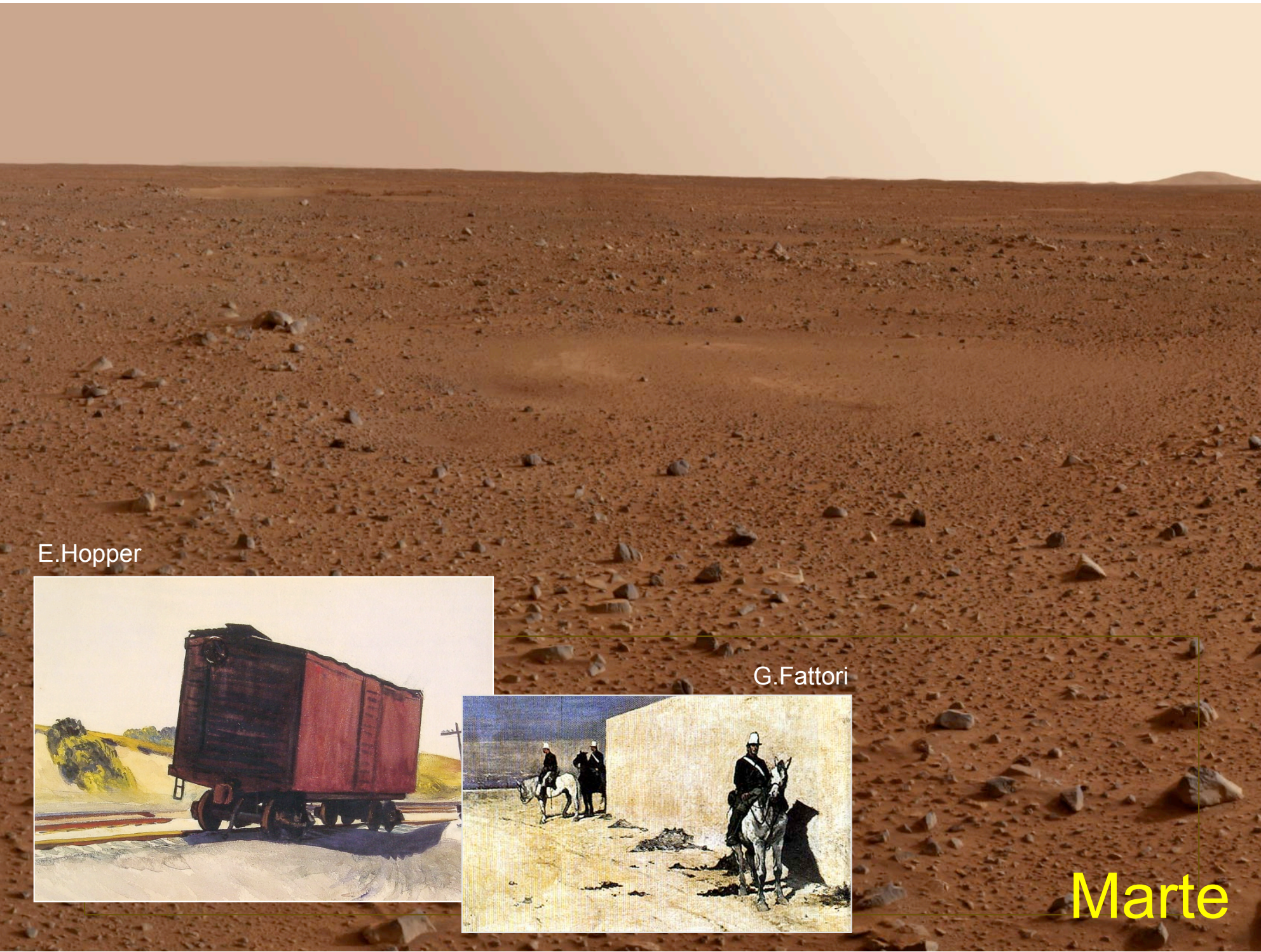
Giorgione

# Marte

D.Velazquez



J.L.David



E.Hopper

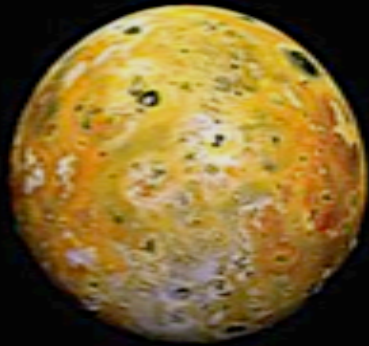


G.Fattori



Marte

# Giove e i Pianeti Medicei



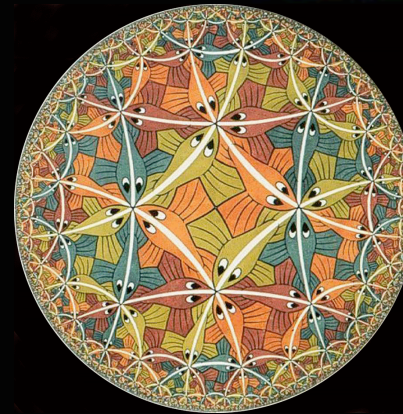
Io



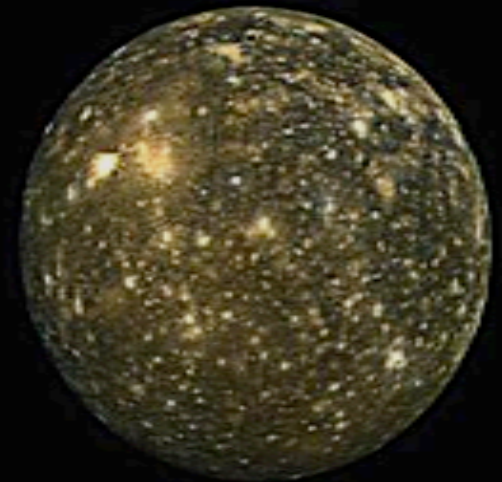
Europa



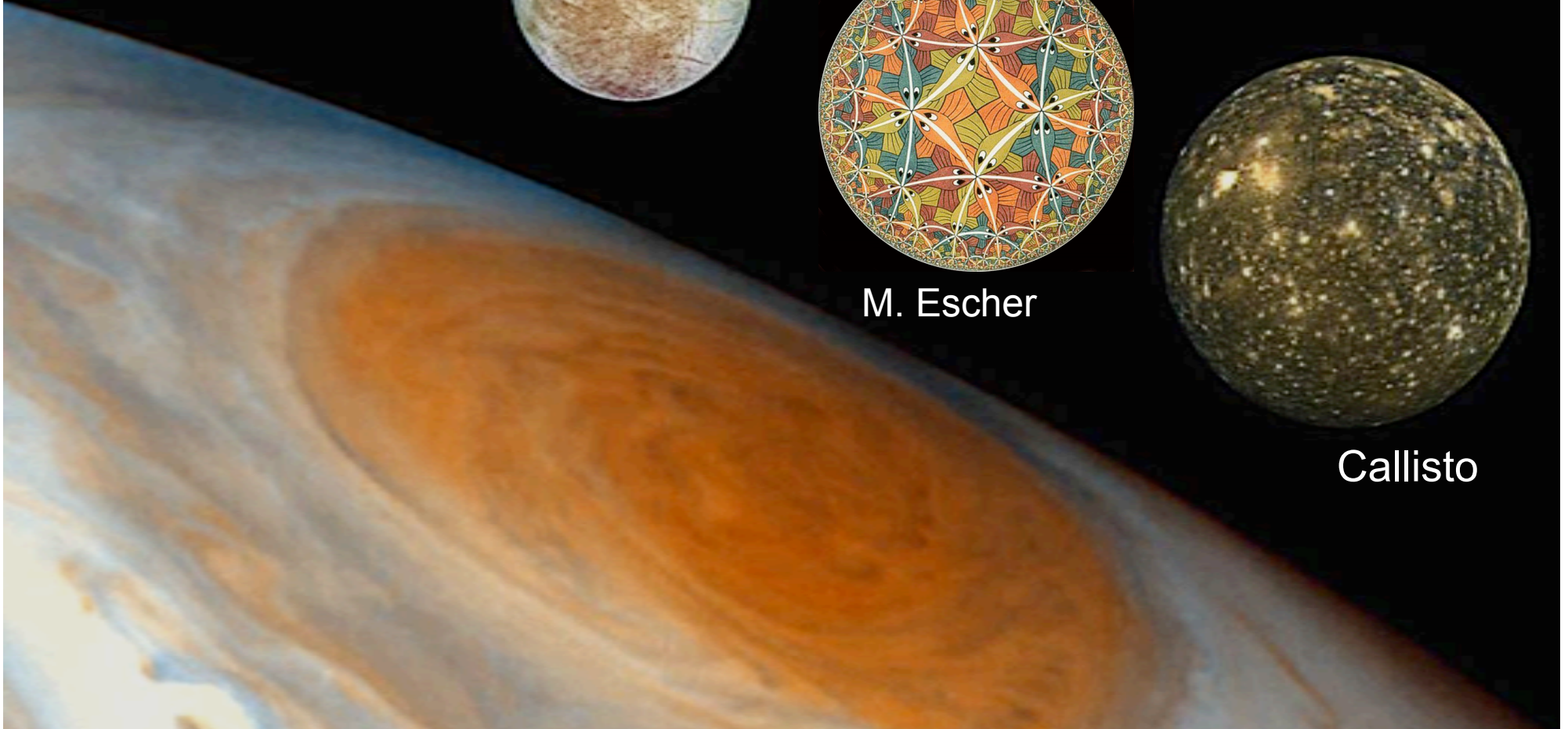
Ganimede



M. Escher



Callisto



# Cometa West C/1975 V1



E. Delacroix

# h e $\chi$ Persei

*D = 7,2-mila anni luce*

*Età = 3,2 milioni d'anni*



Atlante Farnese



# M45 = Pleiadi

*D = 440 anni luce*

*Età = 100 milioni d'anni*

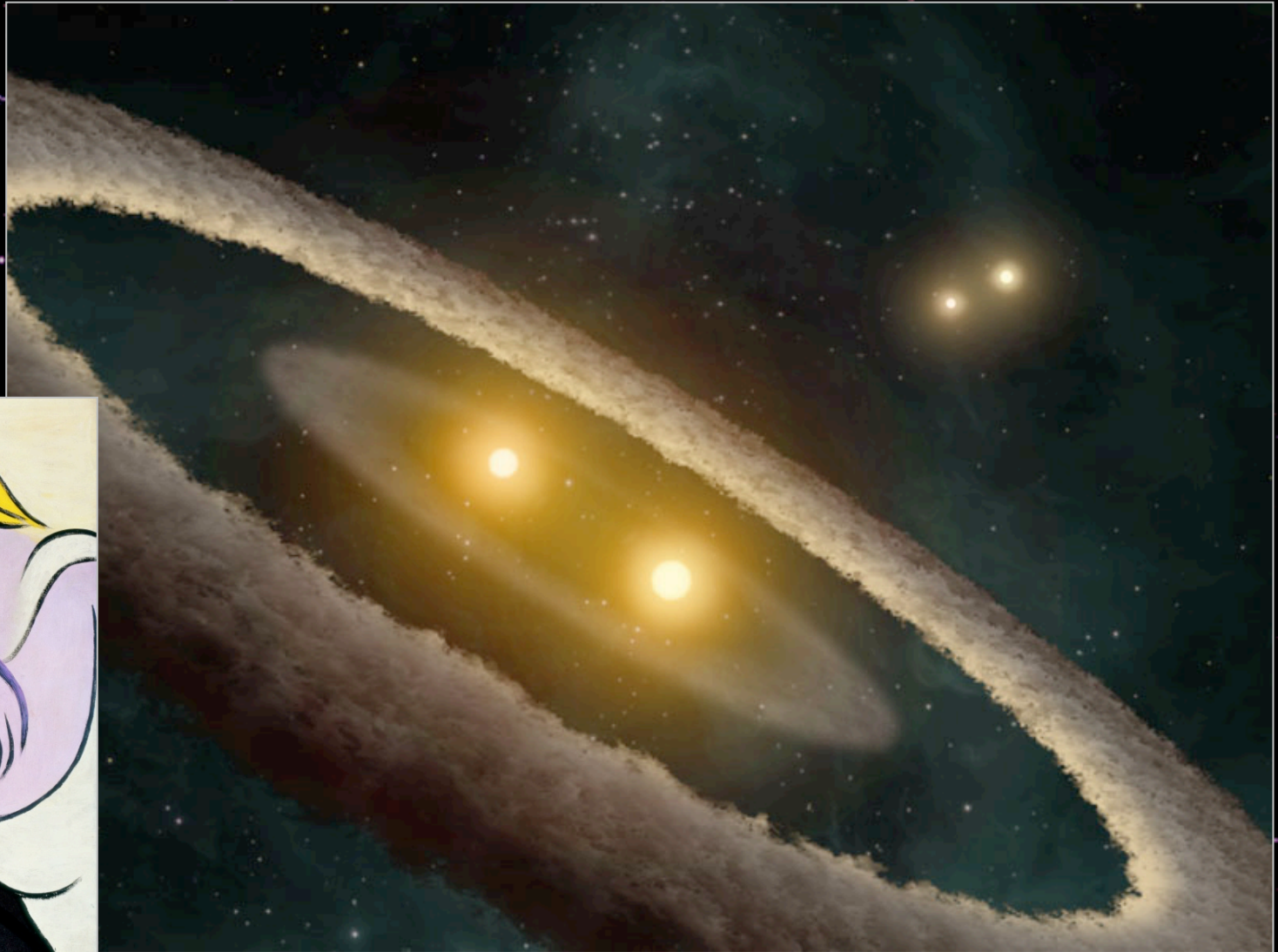


Lorenzo Lotto

# Sistema multiplo HD 98800

D = 150 anni luce

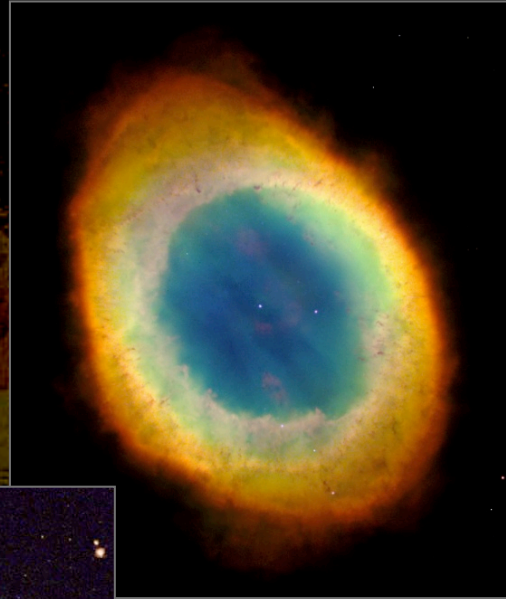
$\Delta Sp = 50$  UA



P. Picasso

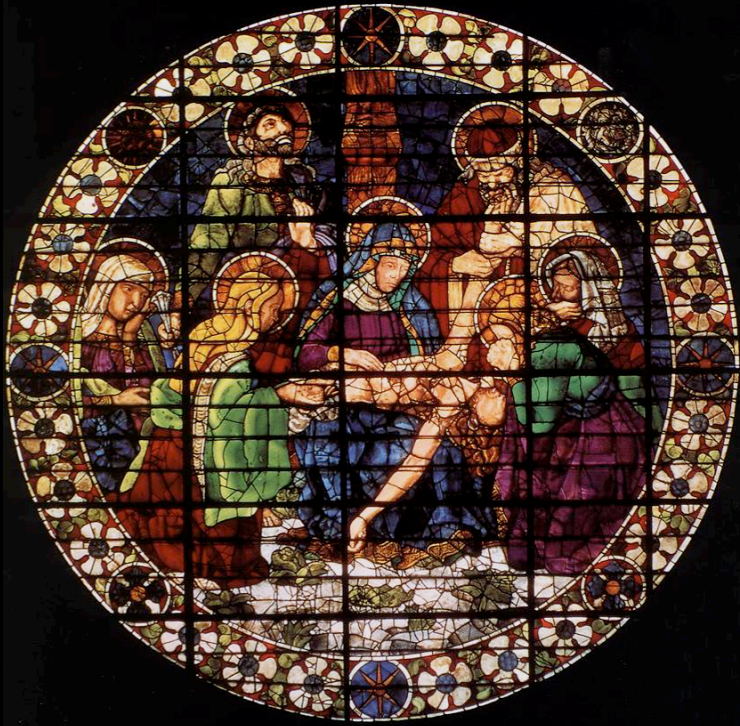


# Stelle che invecchiano



P. Picasso





Una stella che muore

# Ammasso globulare M13 = NGC 6207

età ~ 14 miliardi d'anni  
massa ~ un milione di stelle

D = 25-mila anni luce

R = 70 anni luce

$\rho_C = 500\rho_{\text{Solare}}$



Fasano  
*San Giovanni Battista*



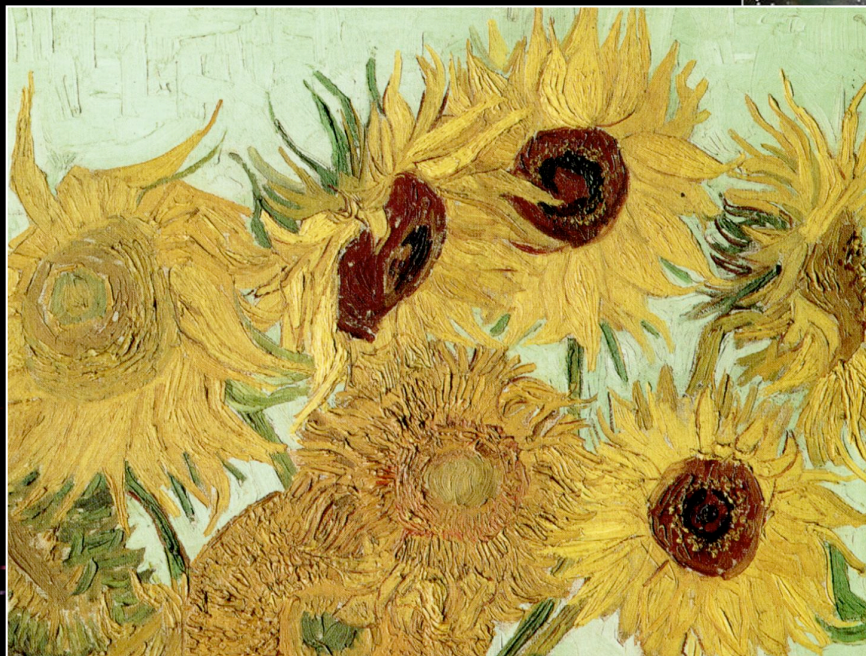
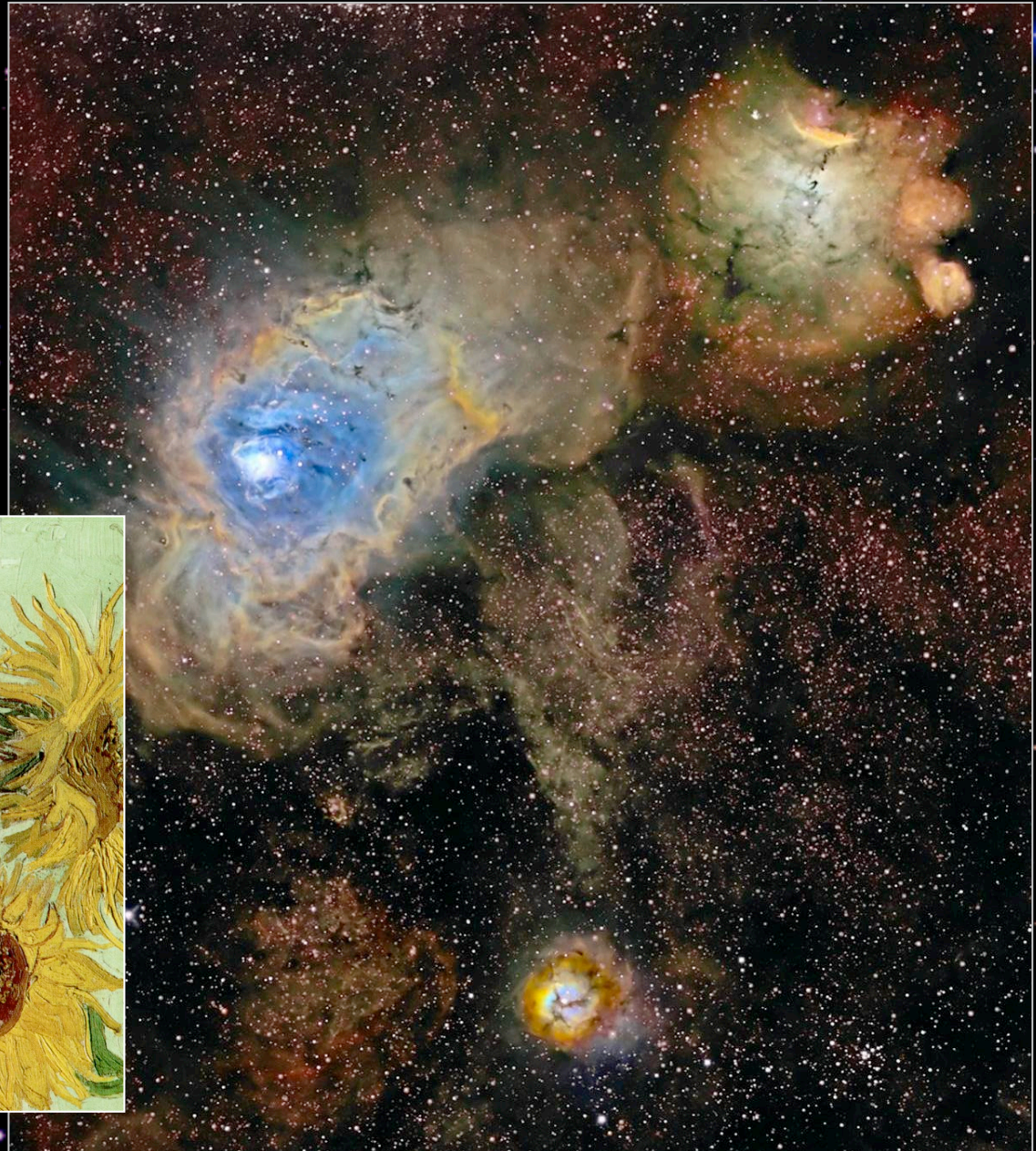
# Nebulse gassose nel Sagittario

M8 (Nebulosa Laguna; sinistra)

M20 (Nebulosa trifida; basso)

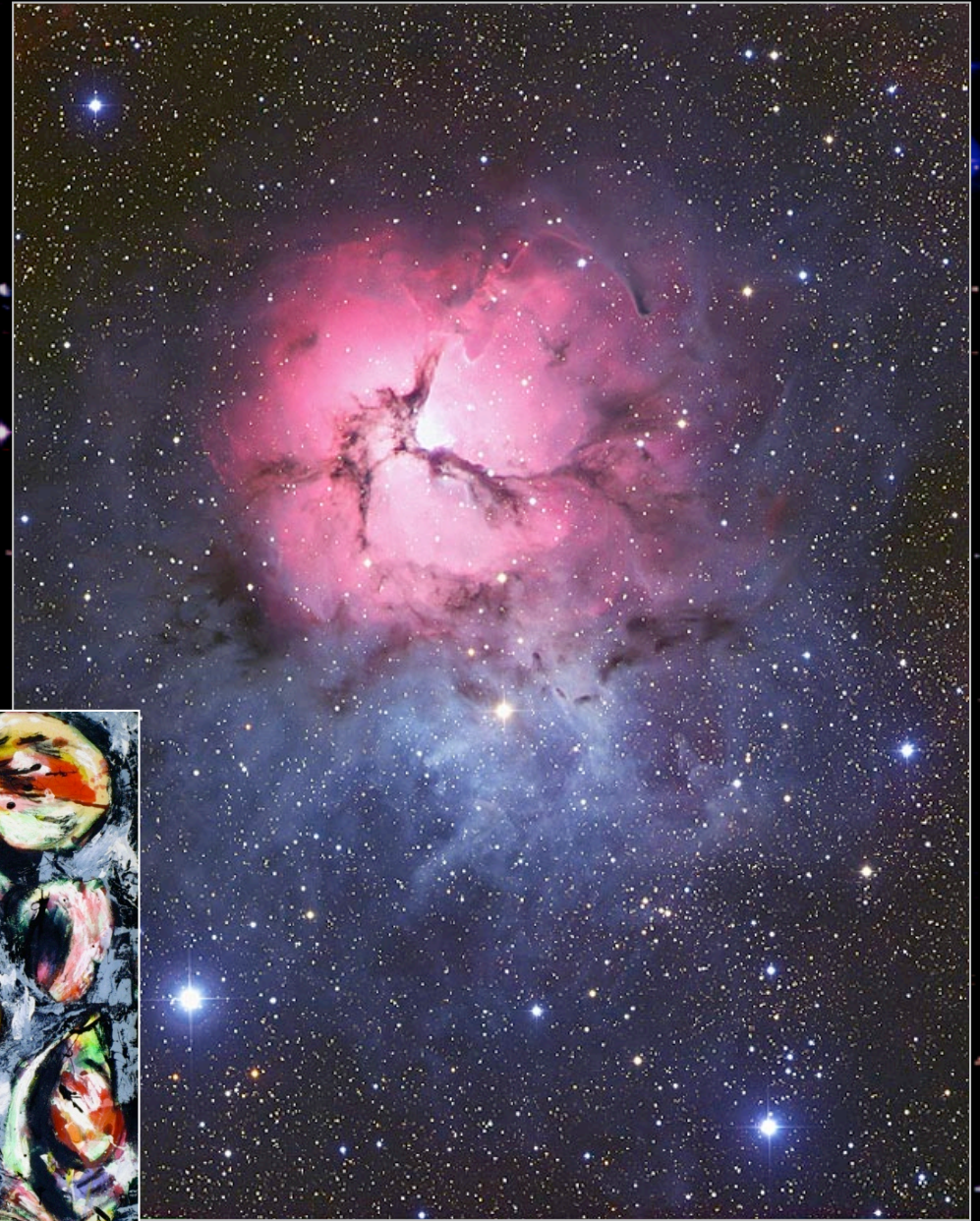
NGC 6559 (destra)

D = 5-mila anni luce



V. Van Gogh, *Girasoli*

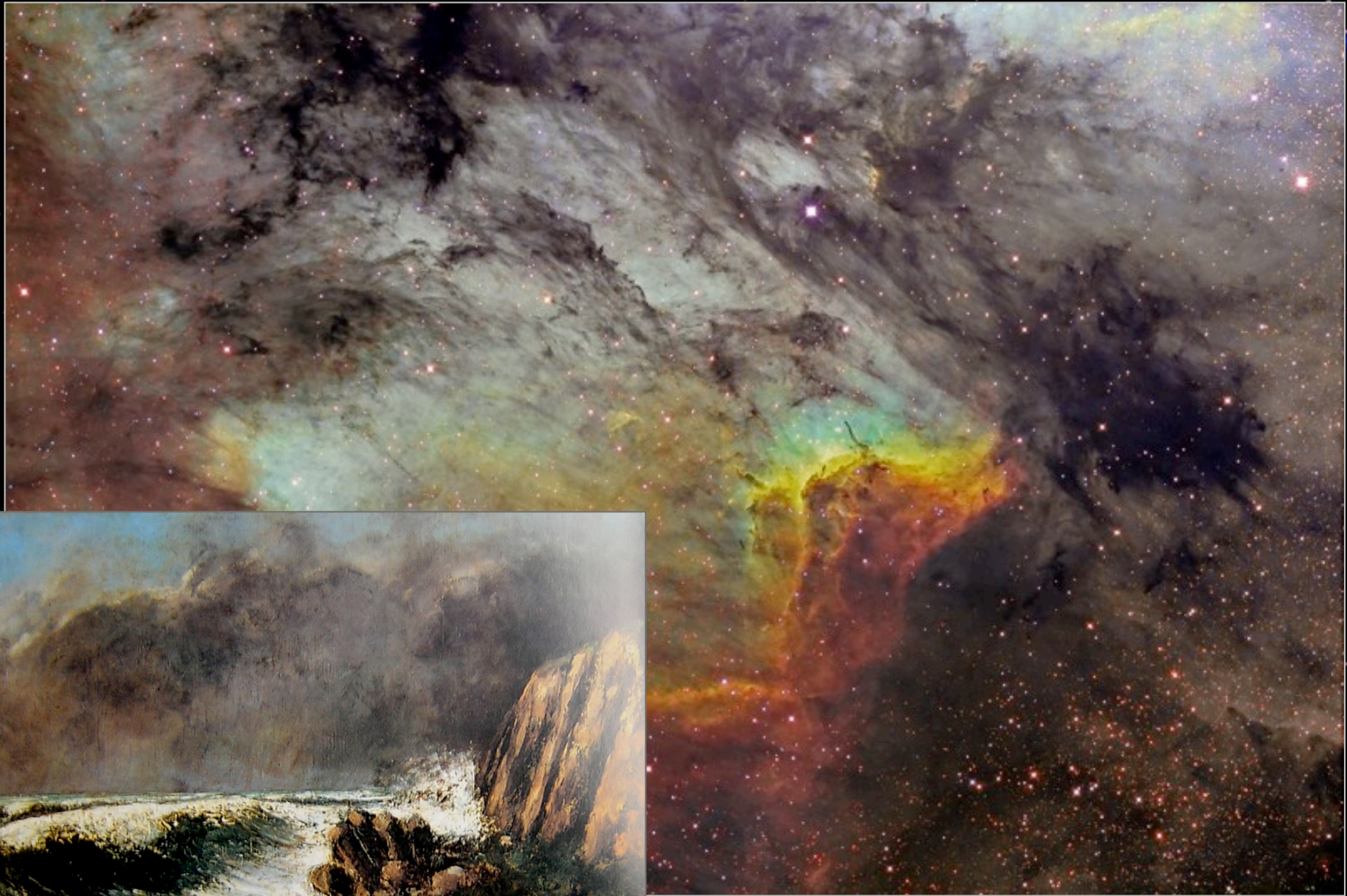
# Nebulosa Trifida



J. Pollock, *Grigiore d'oceano*



# Nebulosa Pellicano = IC 5067 nel Cigno



G.Courbet





Odilon Redon.  
*Polifemo*

**Nebulosa Proboscide = Complesso IC 1396 in Cefeo**

D = 3.000 anni luce - dimensione apparente = Luna piena

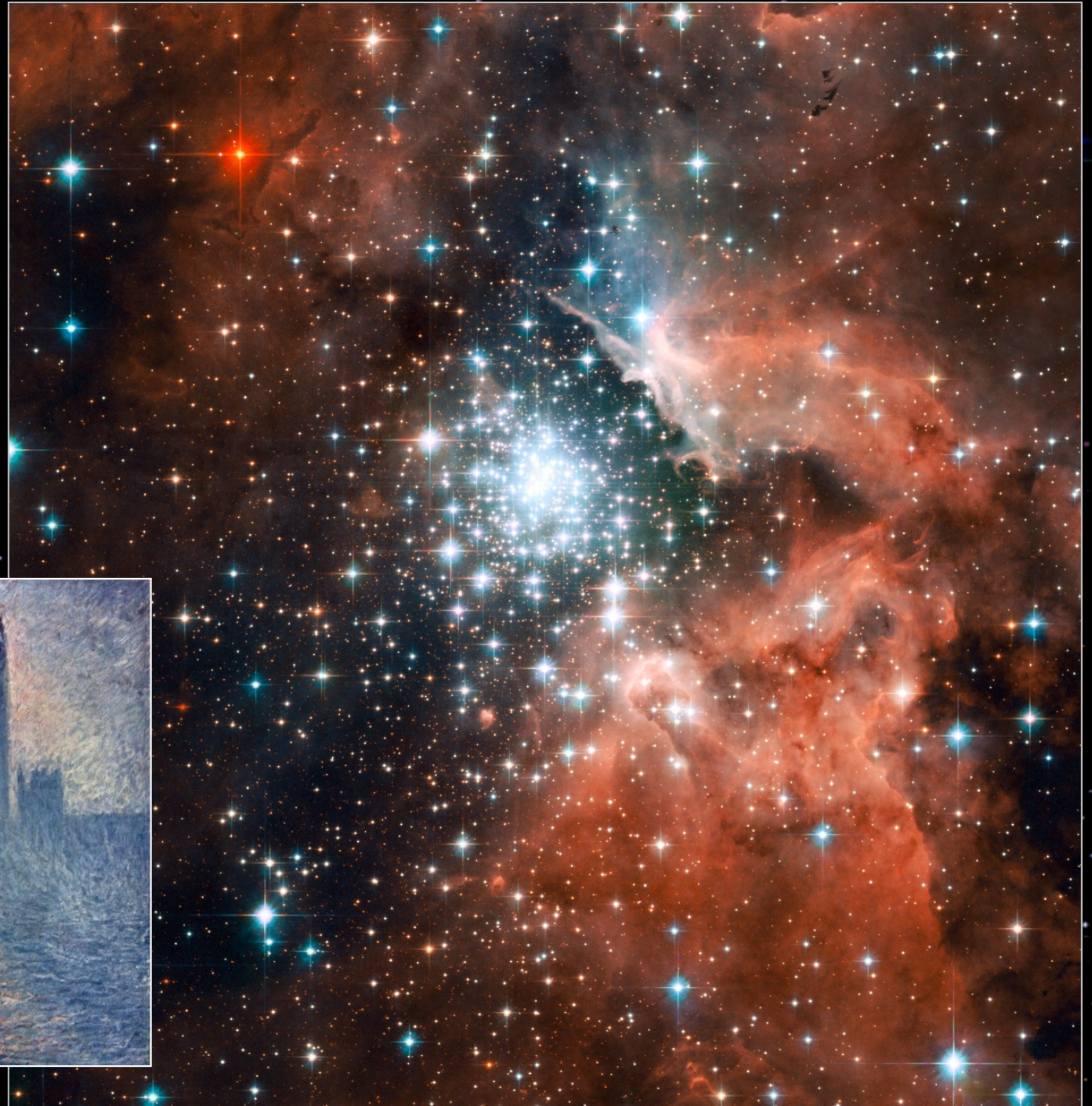
# NGC 3603 in Carina

Regione di intensa  
formazione stellare

$D = 20$ -mila anni luce

$\Delta R = 17$  anni luce

$T^* = 2$  milioni d'anni



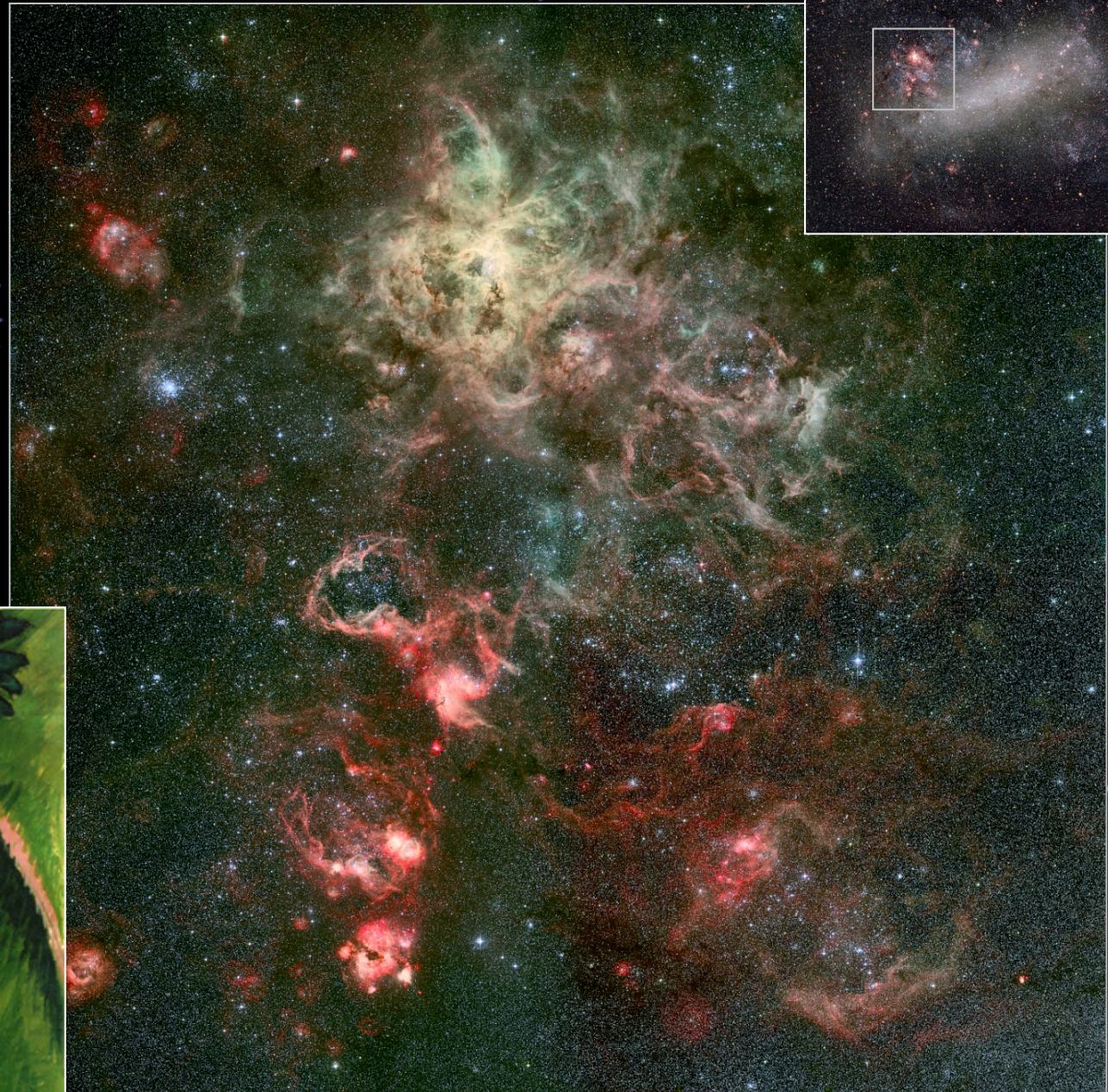
E. Manet

# Nebulosa Tarantola nella Grande Nube di Magellano

Regione di intensa  
formazione stellare

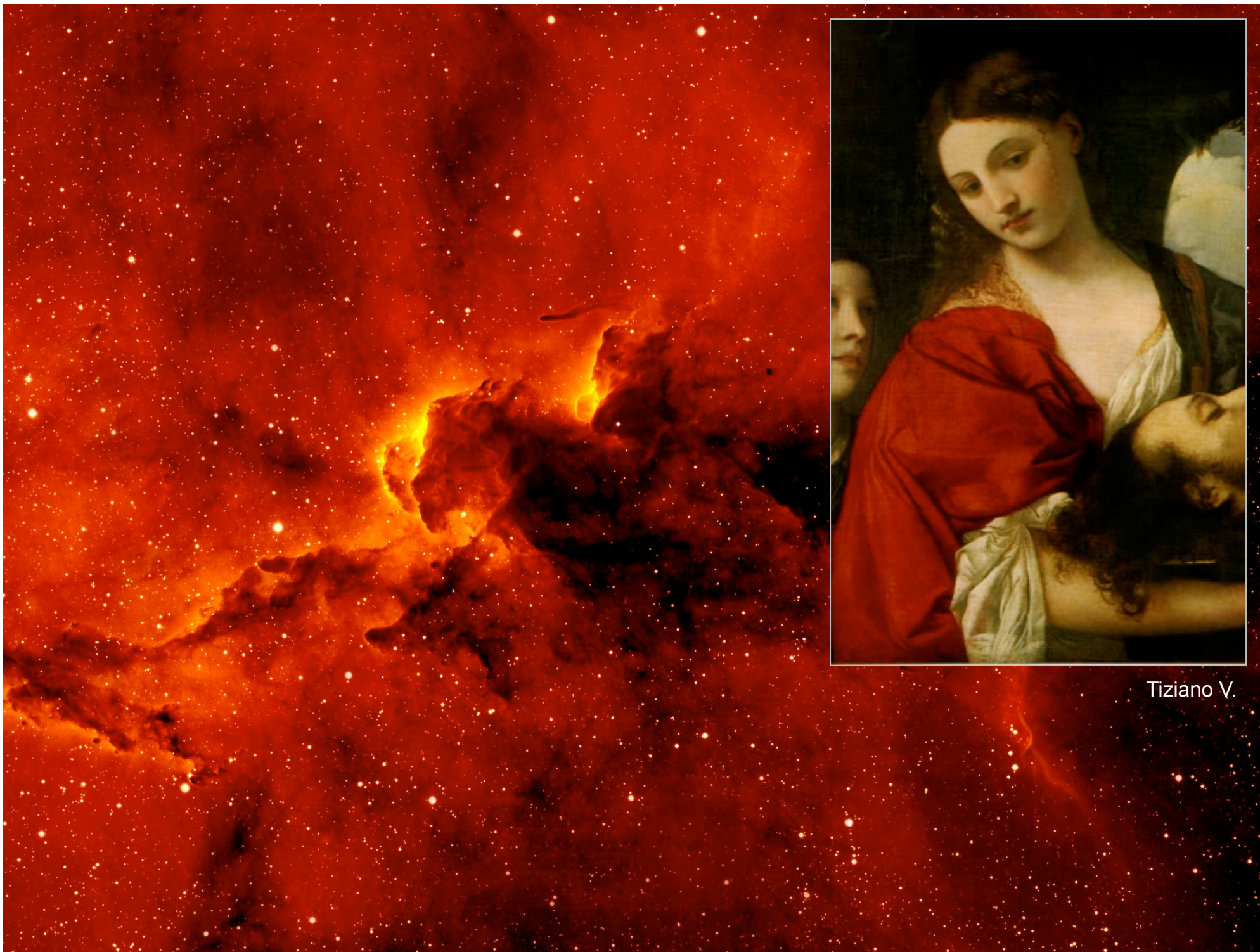
D = 180-mila anni luce

Grande Nube  
di Magellano



E.L. Kirchner





Tiziano V.



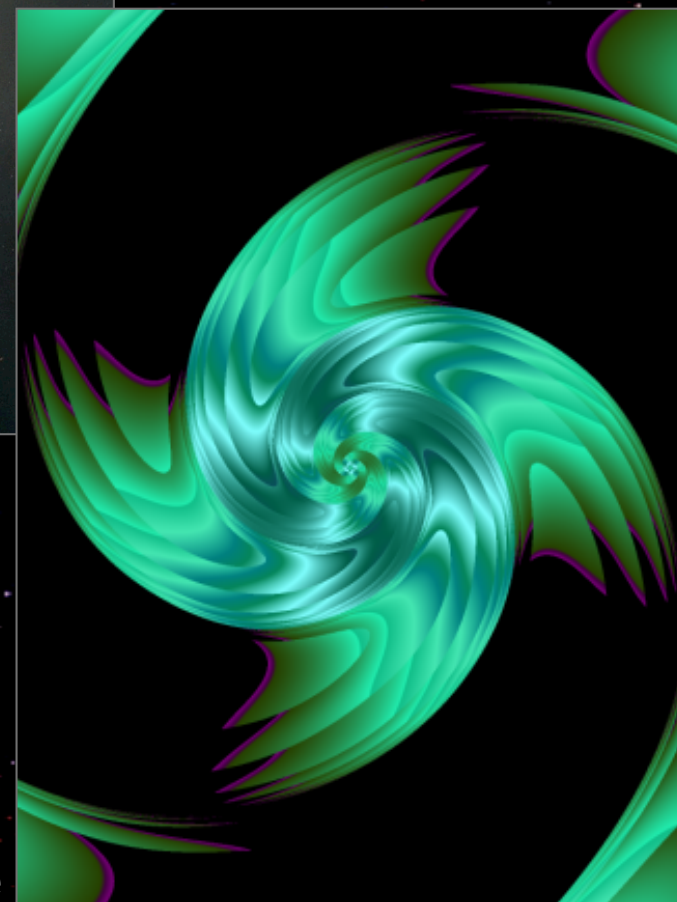
F.Boucher



**M74 = NGC 628**

Splendido esempio  
di spirale  
a "grand design"

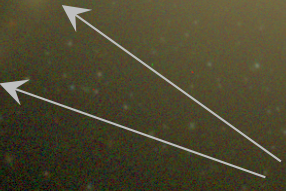
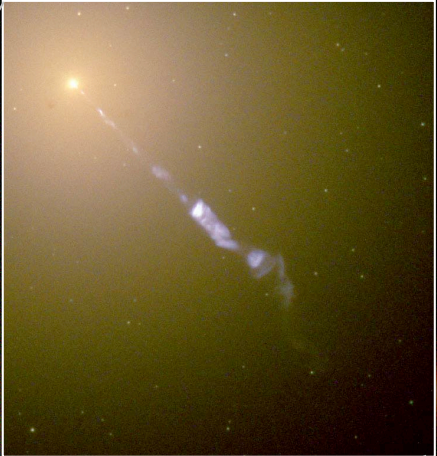
D = 35-mila anni luce



Frattale

M87: 10-mila miliardi di stelle

getto lungo 5000 anni luce



galassie satelliti



F.Lemoyne

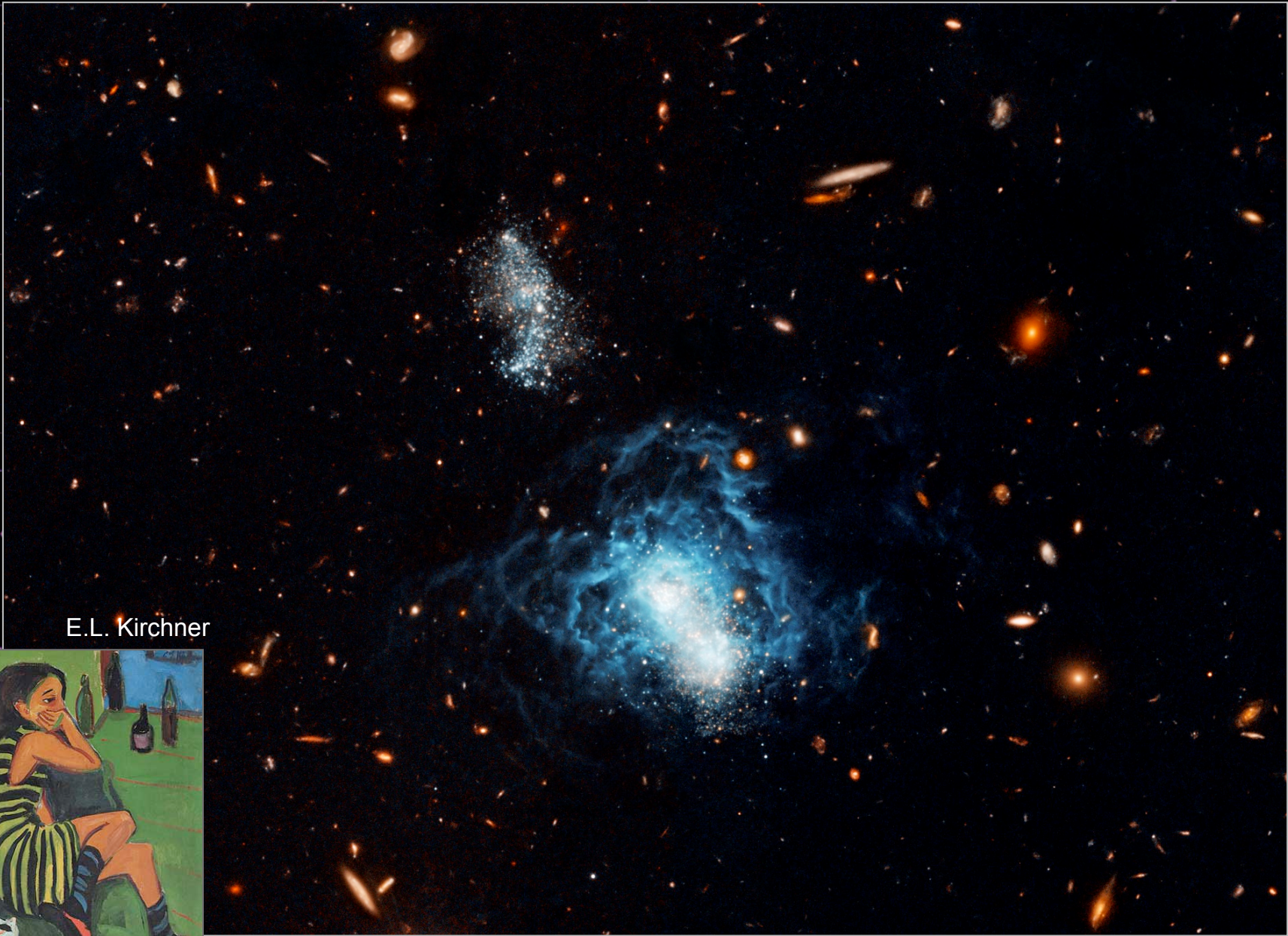
# Le galassie ellittiche

J.B. Wicar



Le galassie a spirale





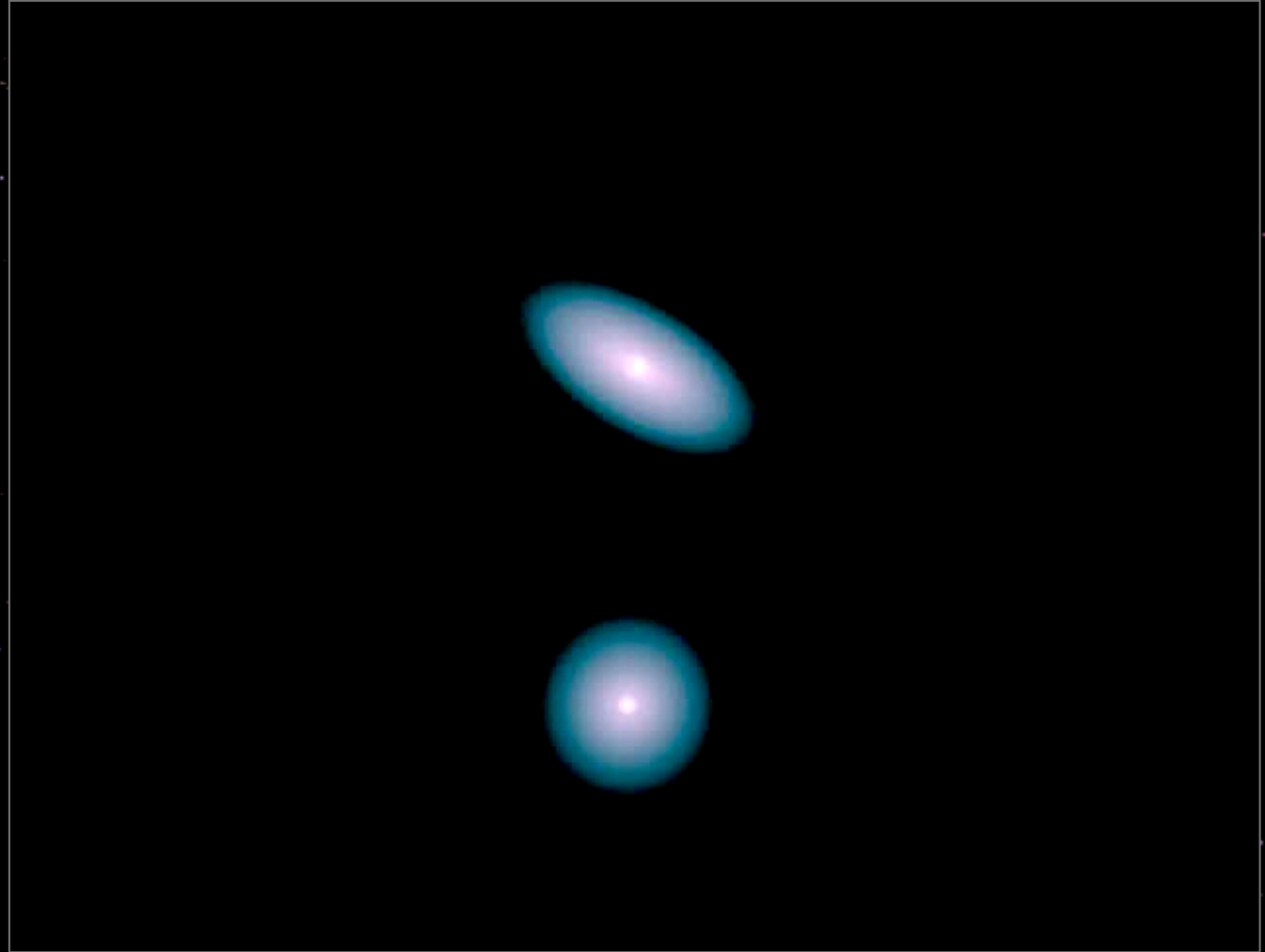
E.L. Kirchner



## I Zwicky 18

D = 59 milioni d'anni luce - stelle con appena mezzo miliardo d'anni

# *Fusione di galassie* in una simulazione numerica



# Gruppi di galassie



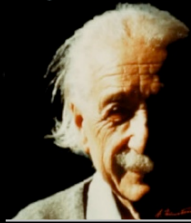
Raffaello Sanzio



# Superammasso nella Vergine

distanza dal Sole: 50 milioni di anni luce

# Superammasso lontano con migliaia di galassie

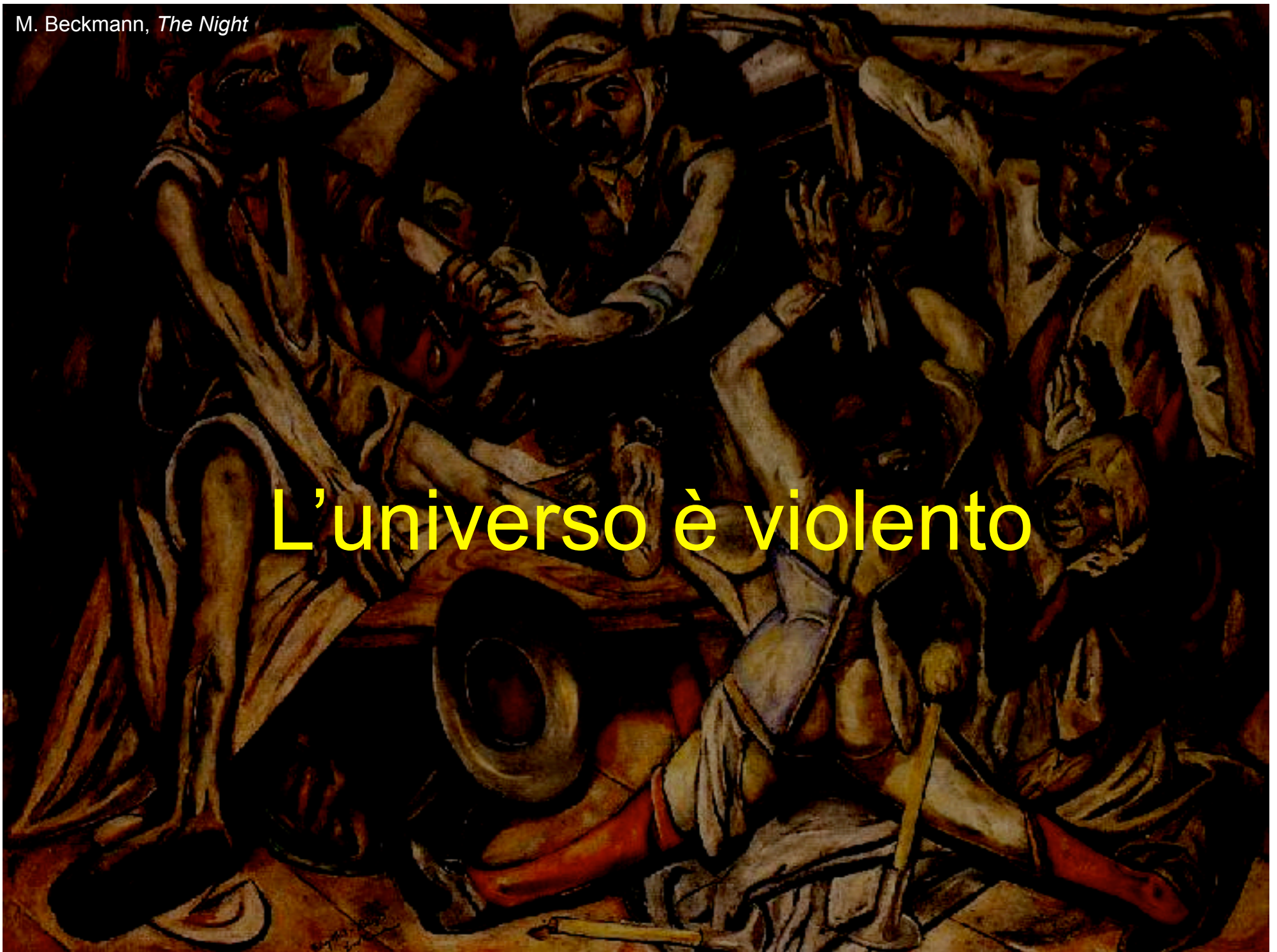


*Archi  
gravitazionali*

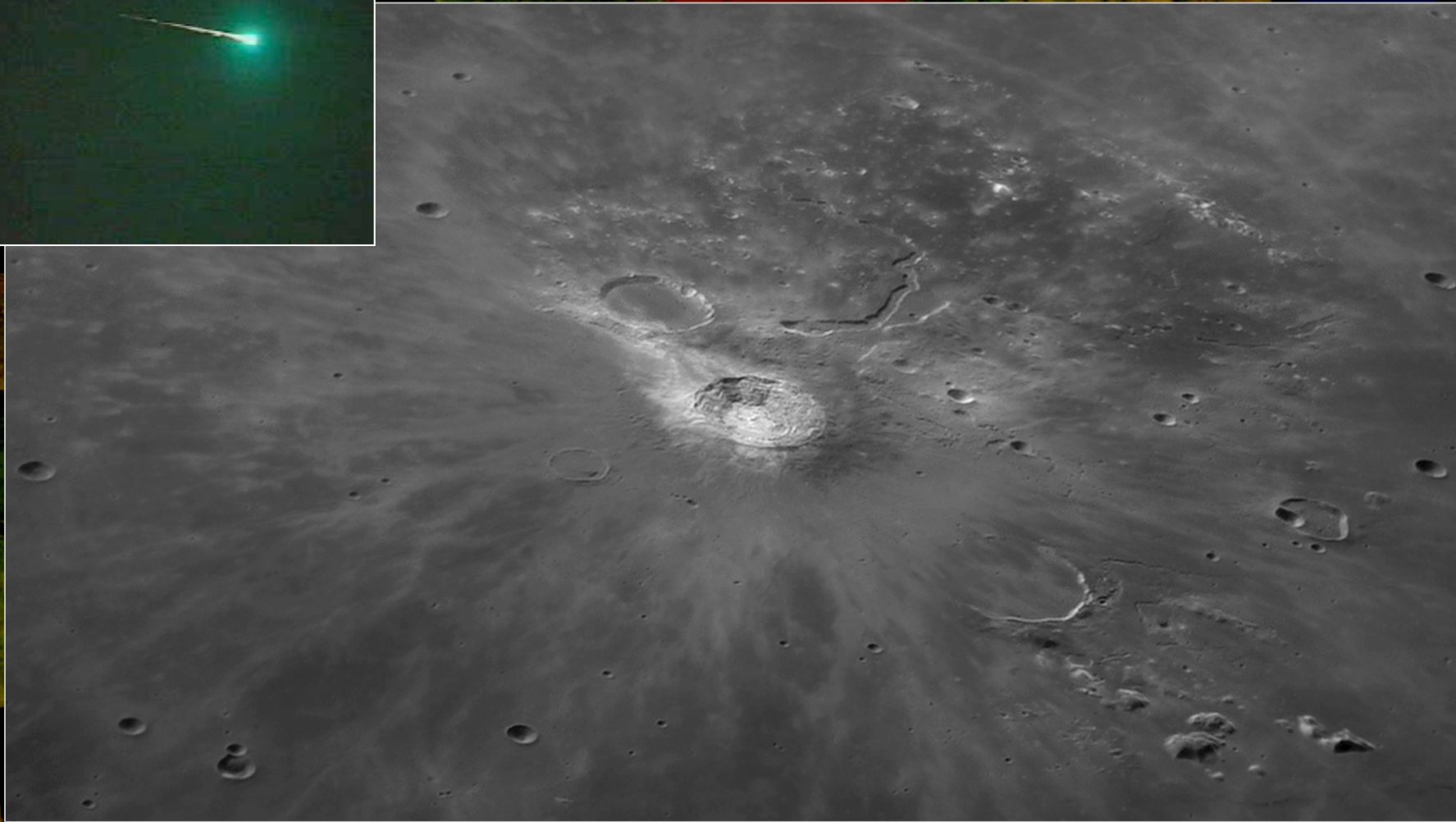
Materia oscura  
Energia oscura



M. Beckmann, *The Night*



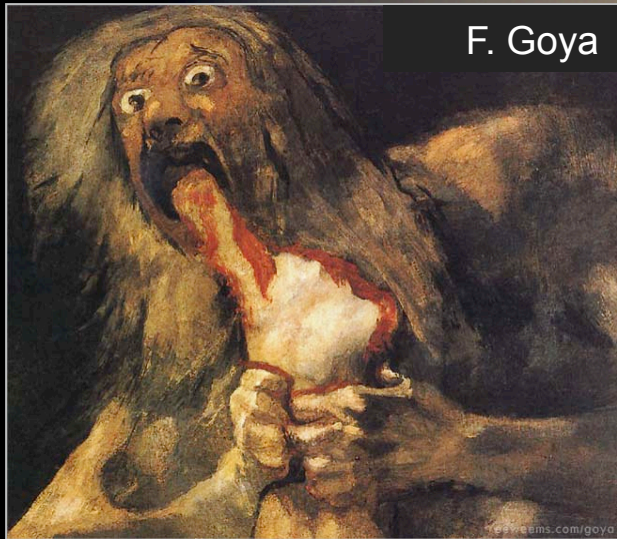
L'universo è violento



## Cratere lunare da impatto Aristarchus

largo 42 km e profondo 3 km, in un angolo del Pianoro di Aristarco,  
nell'Oceanus Procellarum

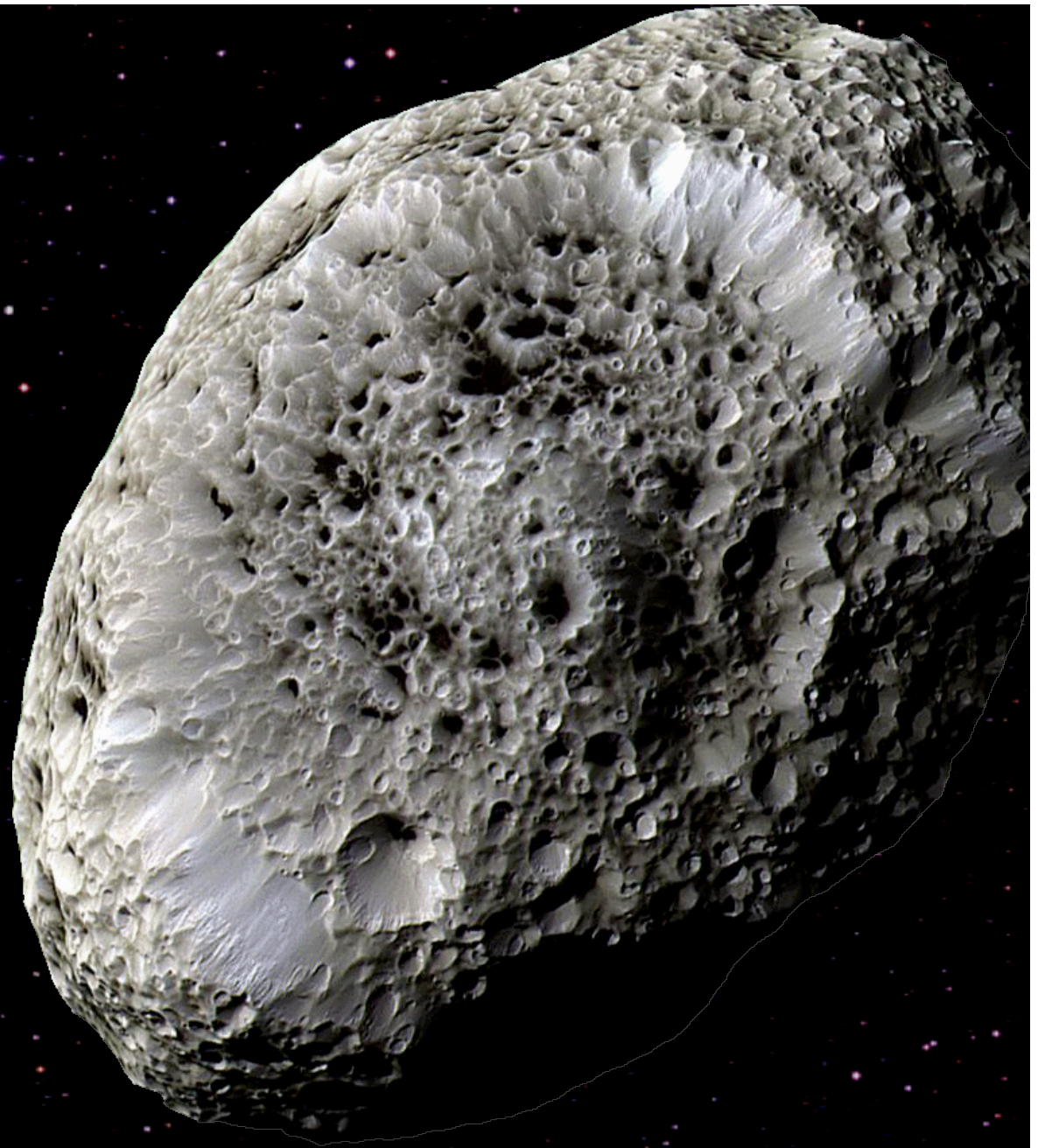
# Saturno





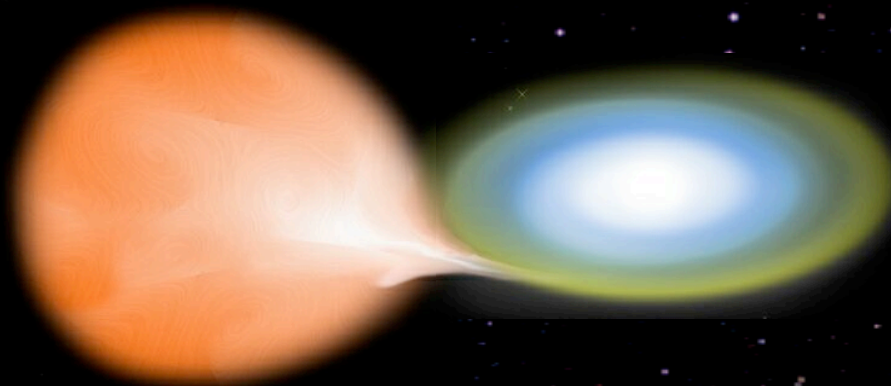
# Iperione

la luna spungiforme di Saturno  
lunga 250 km



N. Poussin

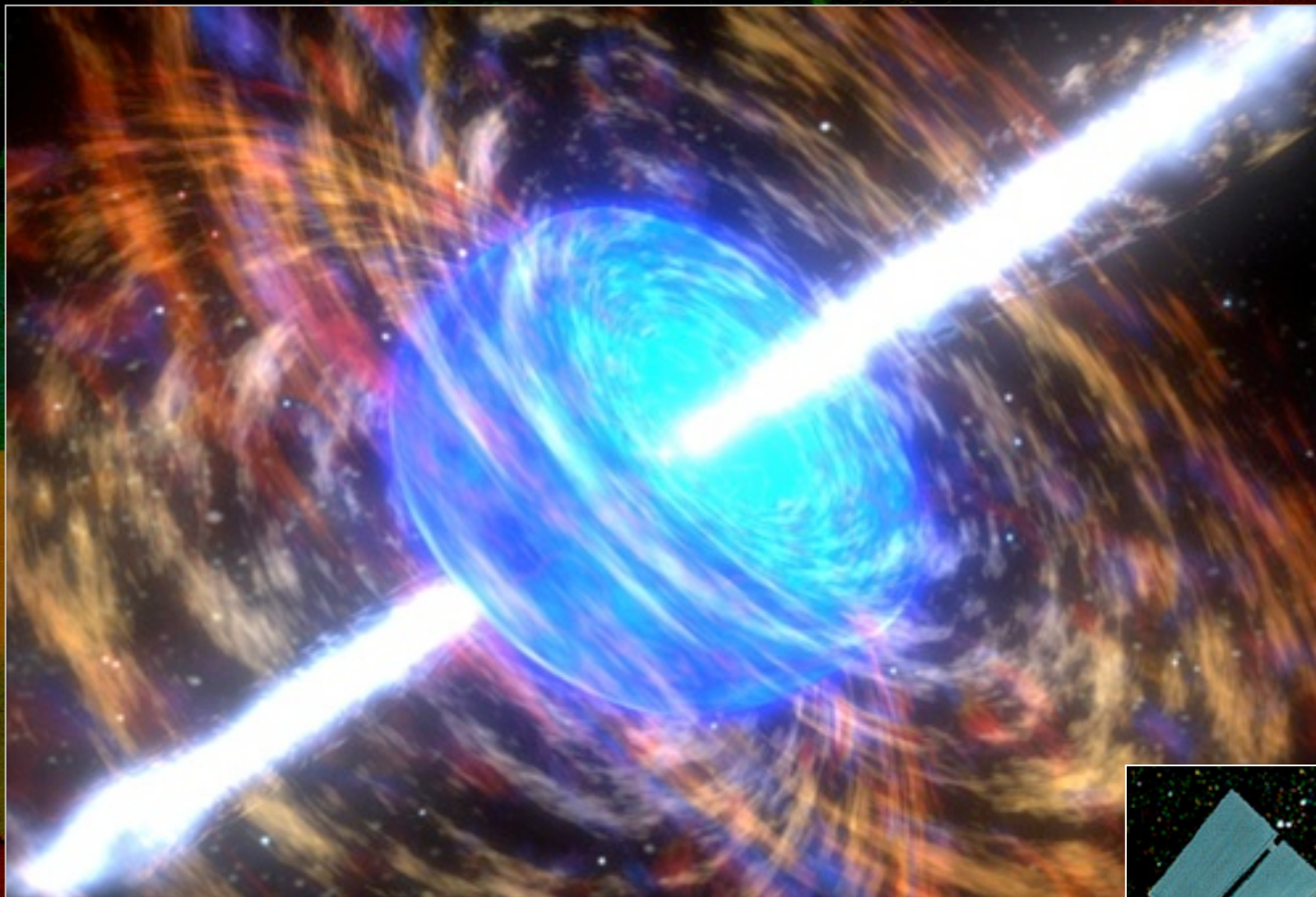
Stelle che esplodono



Sistemi stellari doppi e interagenti



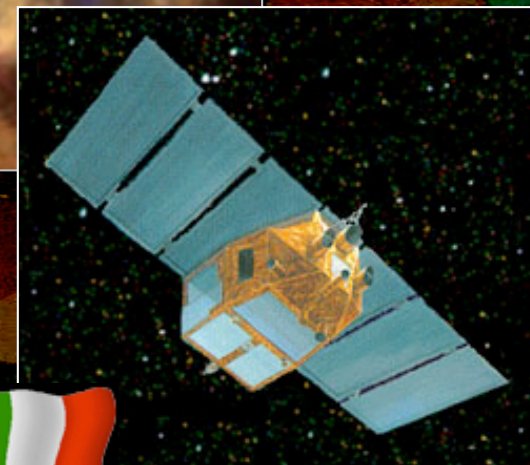
Buchi neri

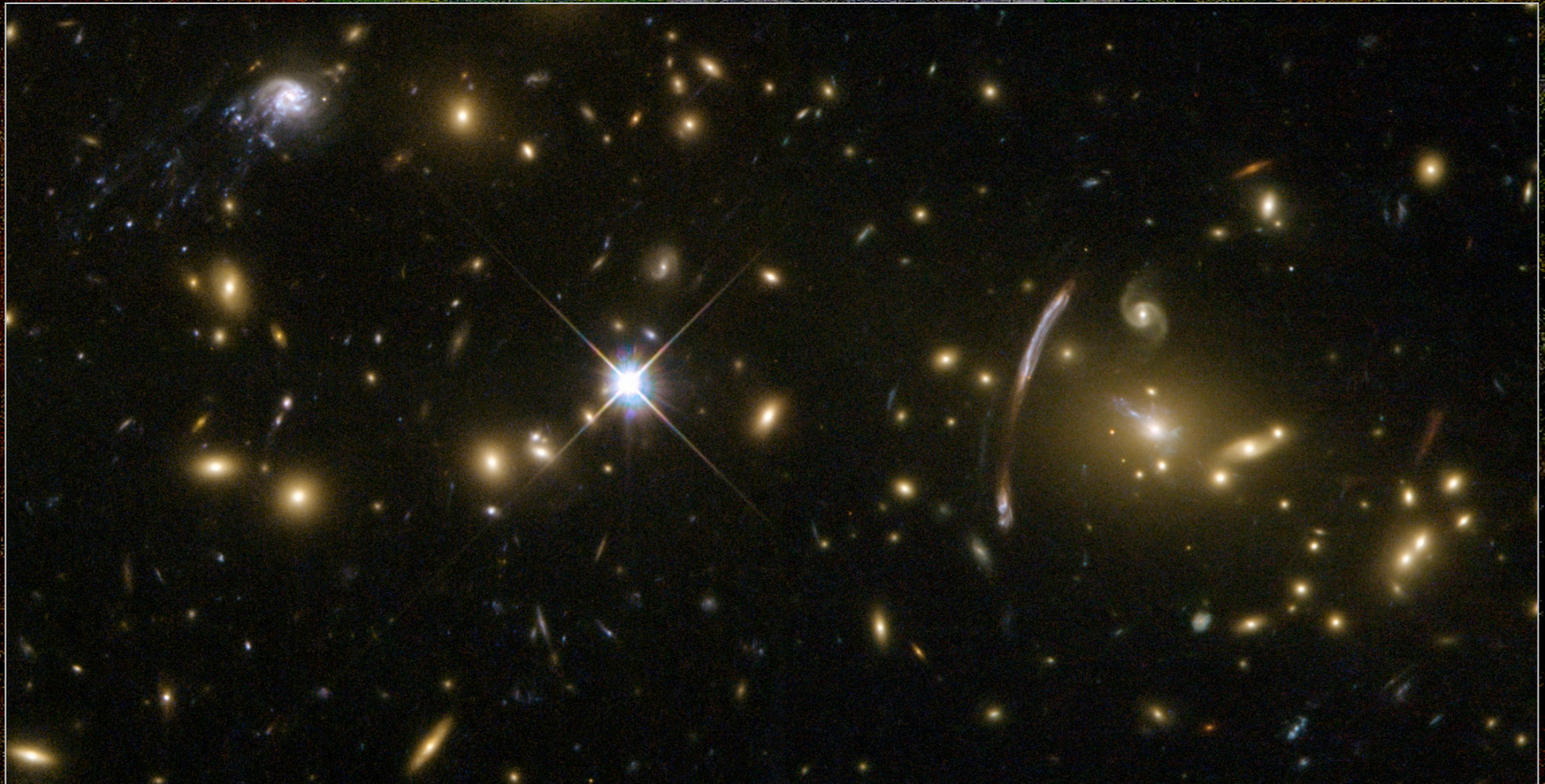


Beppo Sax

## Gamma Ray Bursts

Esplosioni stellari che in pochi secondi liberano l'energia che il Sole produce in 10 miliardi d'anni.

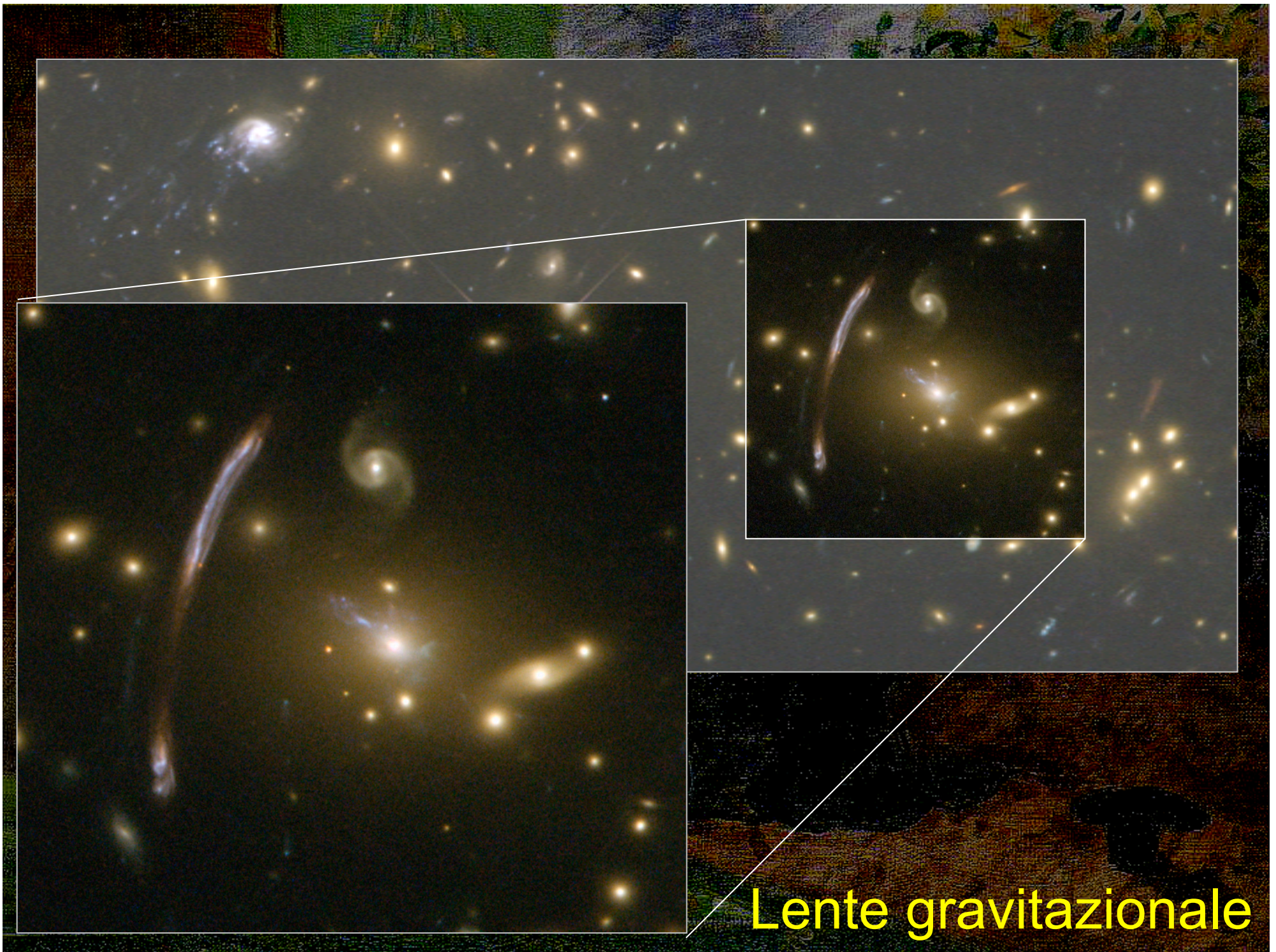




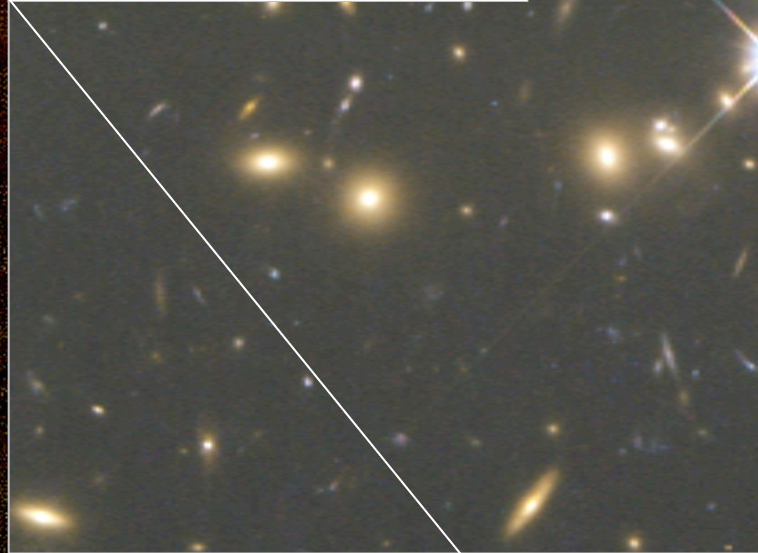
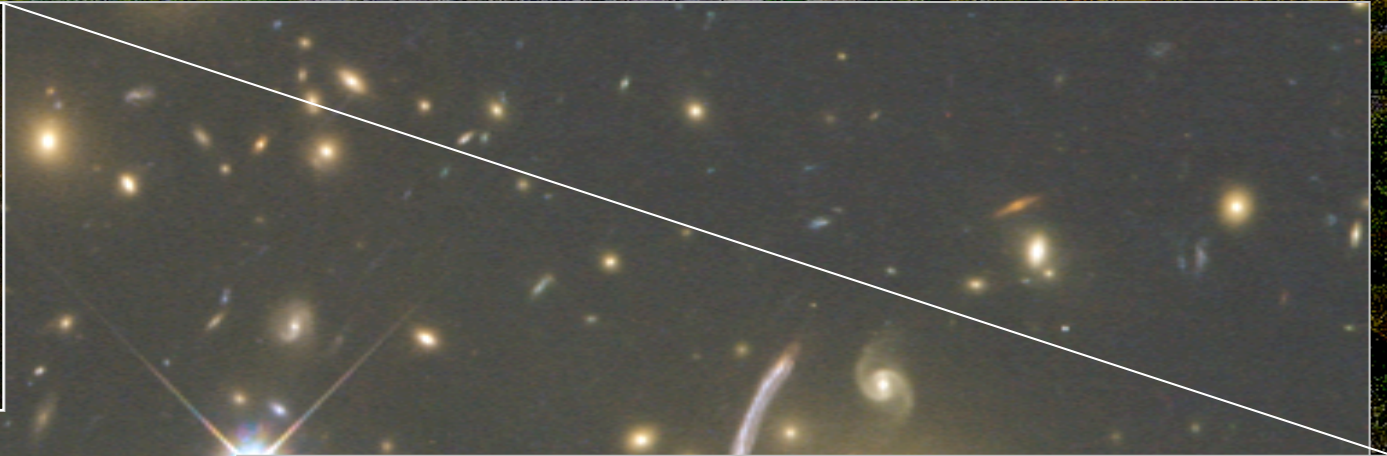
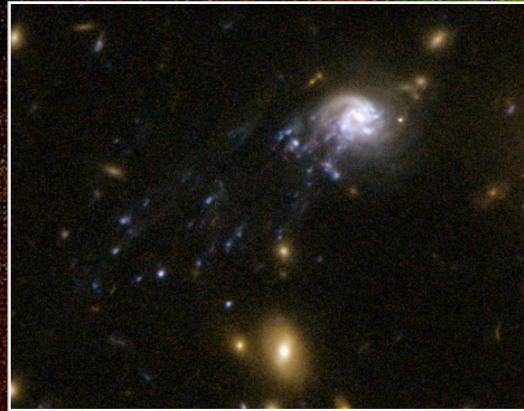
## L'ammasso di galassie Abell 2667

D = 2,7 miliardi d'anni luce

R = 360-mila anni luce

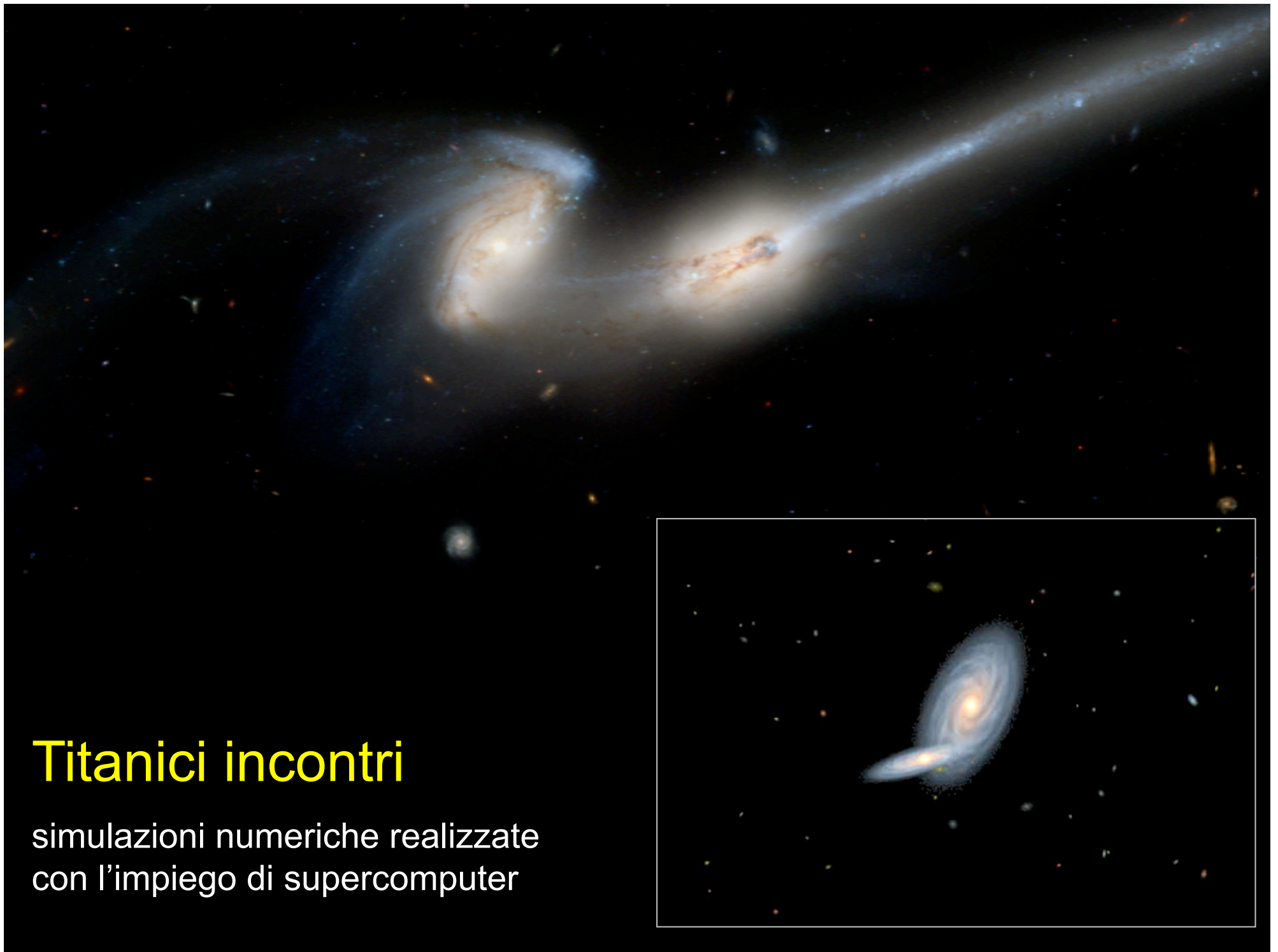


Lente gravitazionale



# Galassia Cometa

$V > 3,5$  milioni di km/h

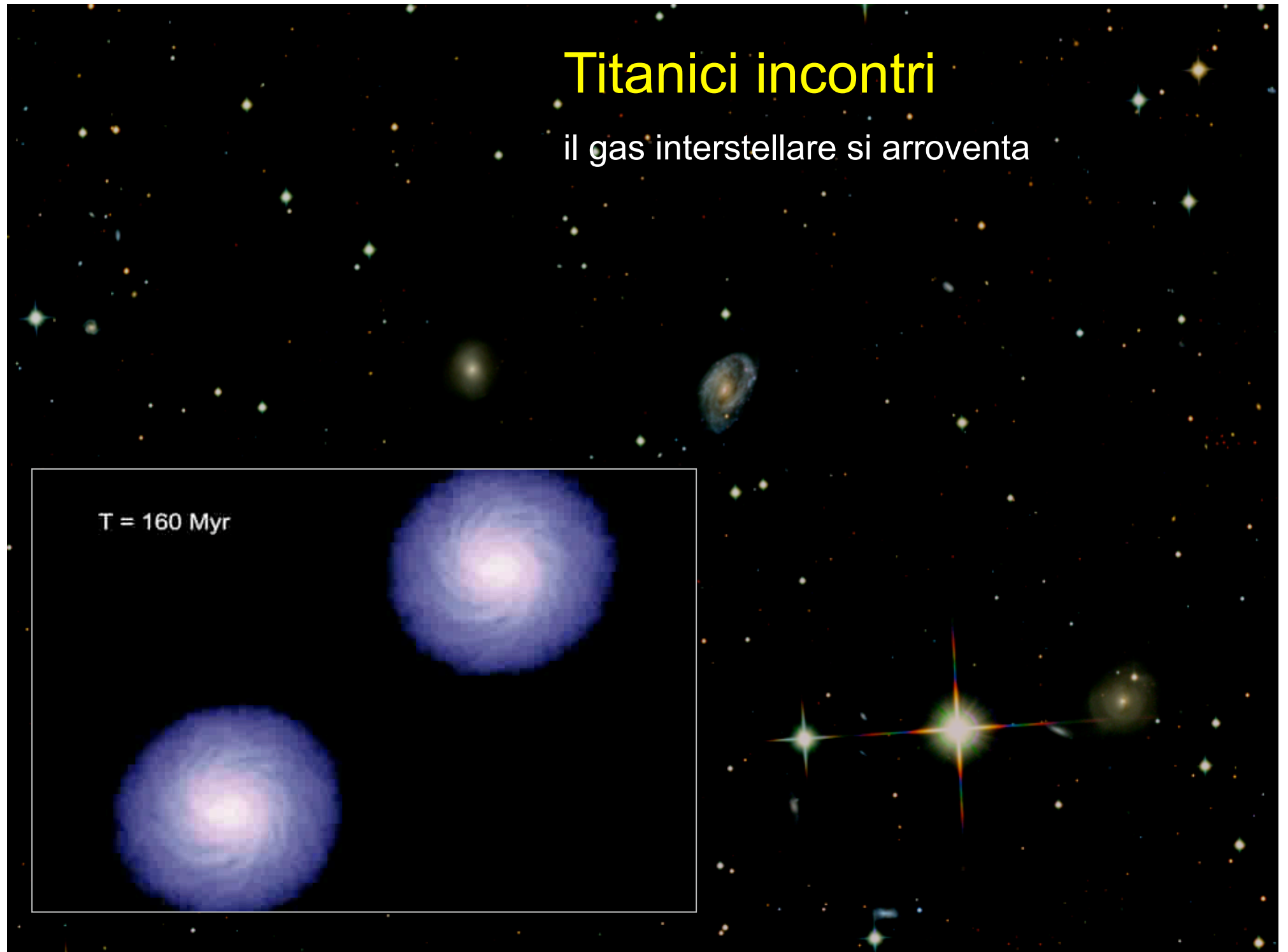


## Titanici incontri

simulazioni numeriche realizzate  
con l'impiego di supercomputer

# Titanici incontri

il gas interstellare si arroventa





L'universo è un laboratorio



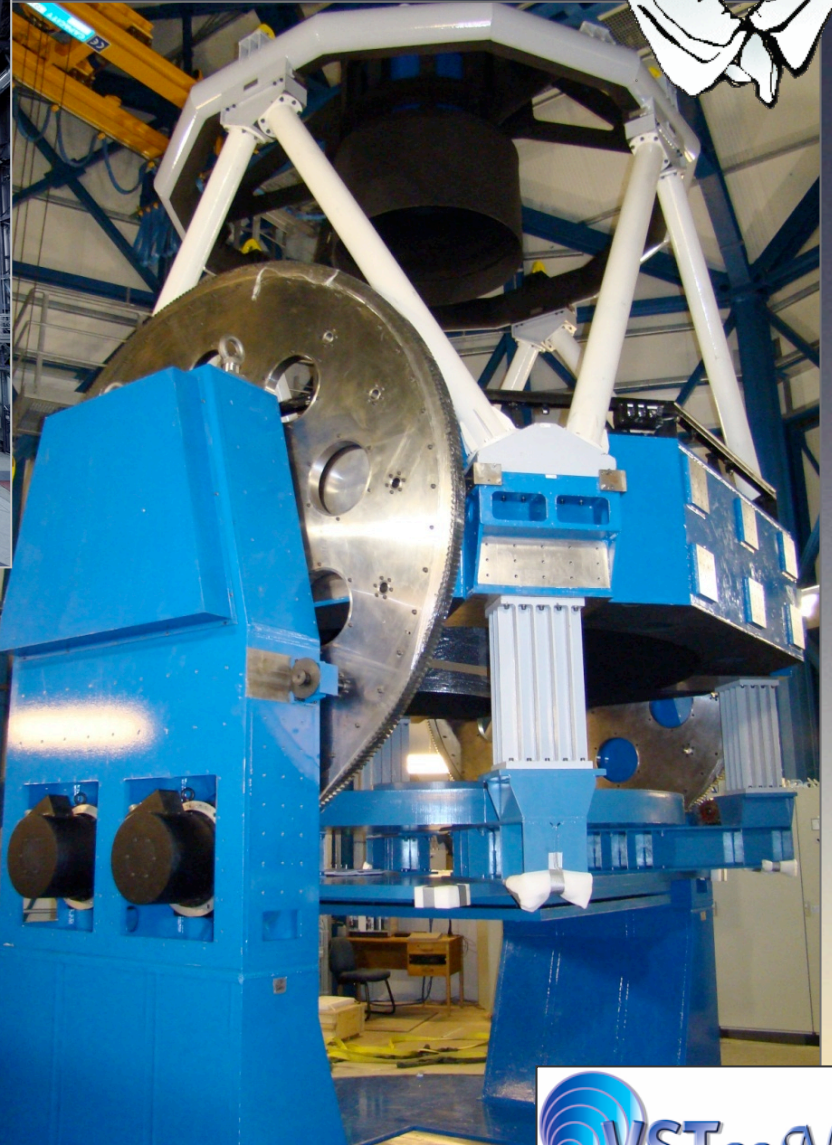
I. Repin, *Mendeleev*



Telescopi sul Mauna Kea,  
Big Hisland, Hawaii

# Dagli Appennini alle Ande:

un telescopio  
fatto a Napoli

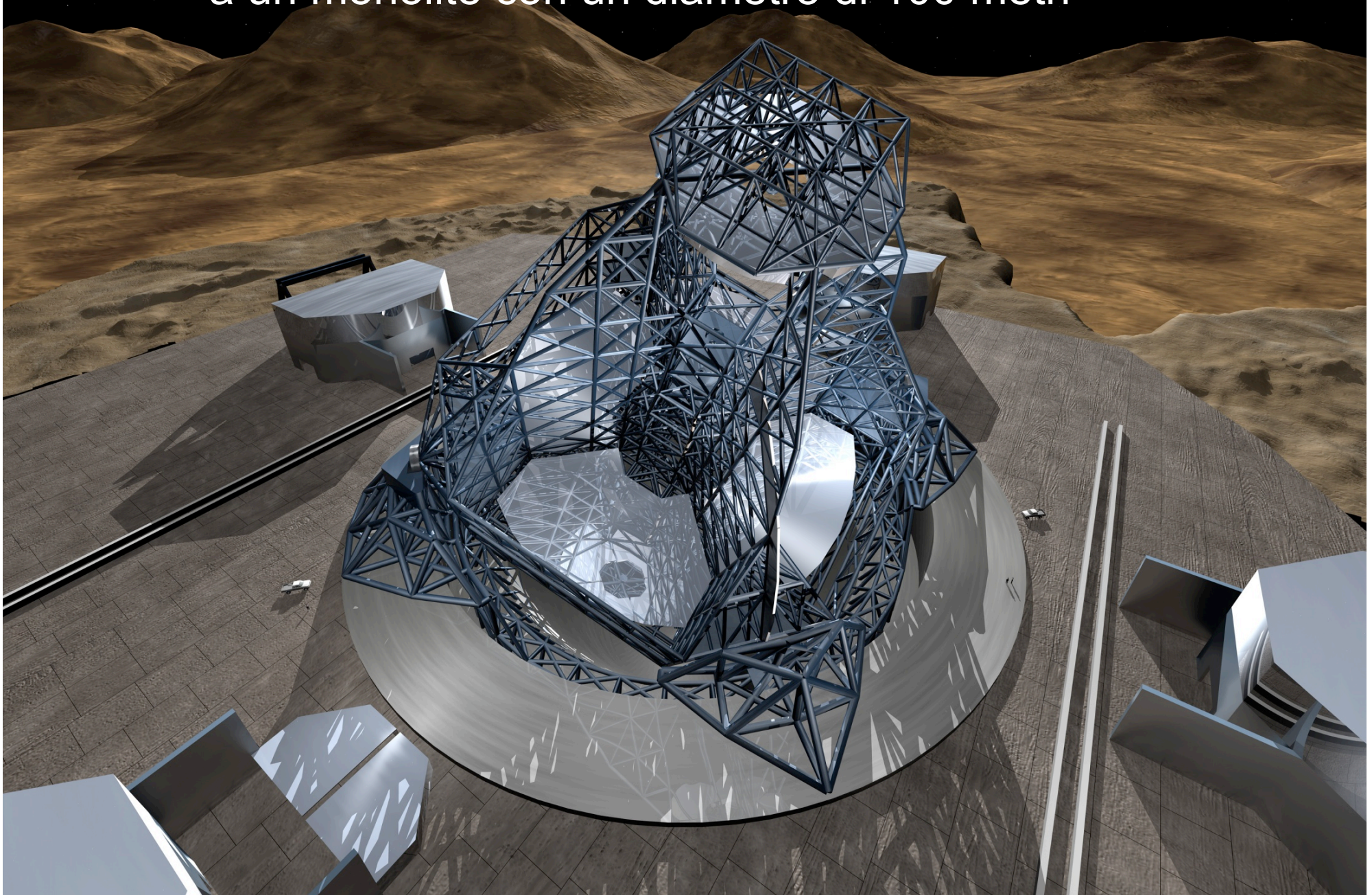


22 novembre 2007

Immagini del VST  
nella sua "casa" a Paranal



**OWL**: un telescopio con uno specchio equivalente  
a un monolite con un diametro di 100 metri



# N. Armstrong e l'Apollo 11

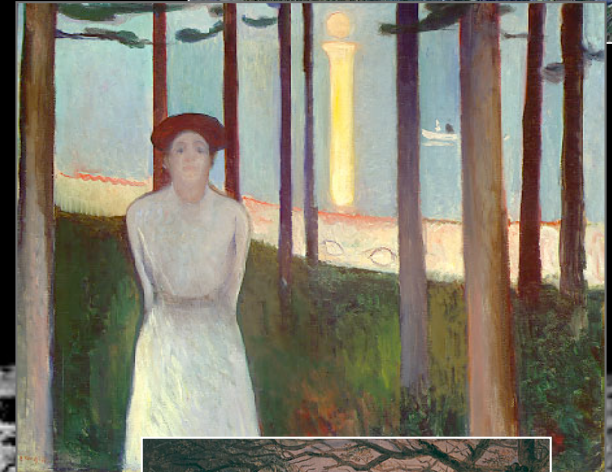
20 luglio 1969



V. van Gogh



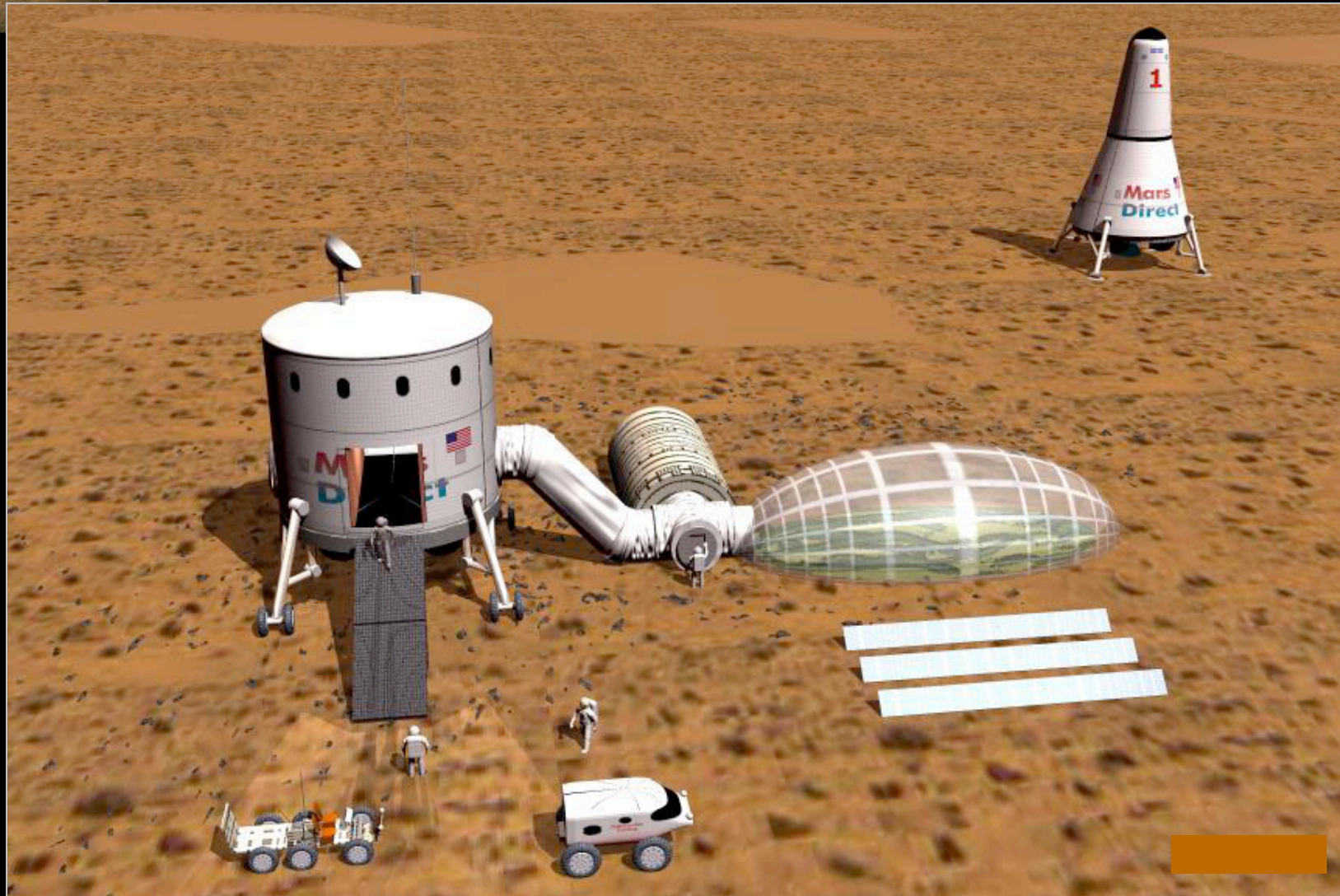
E. Munch



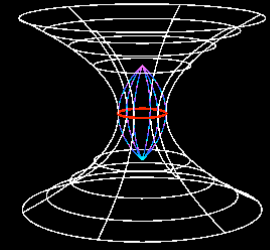
C.D. Friedrich



# Il futuro: progetto di Base Marziana



L'universo è unico ?



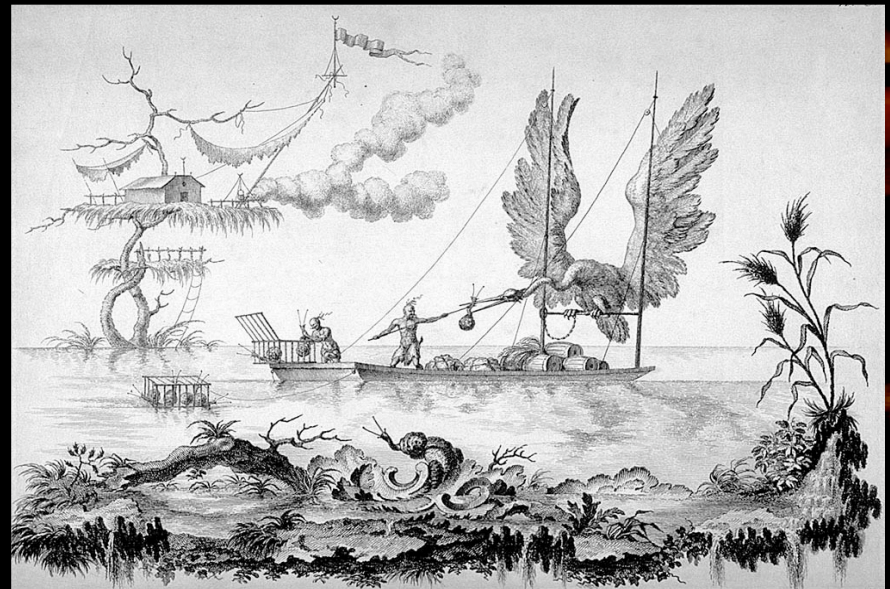
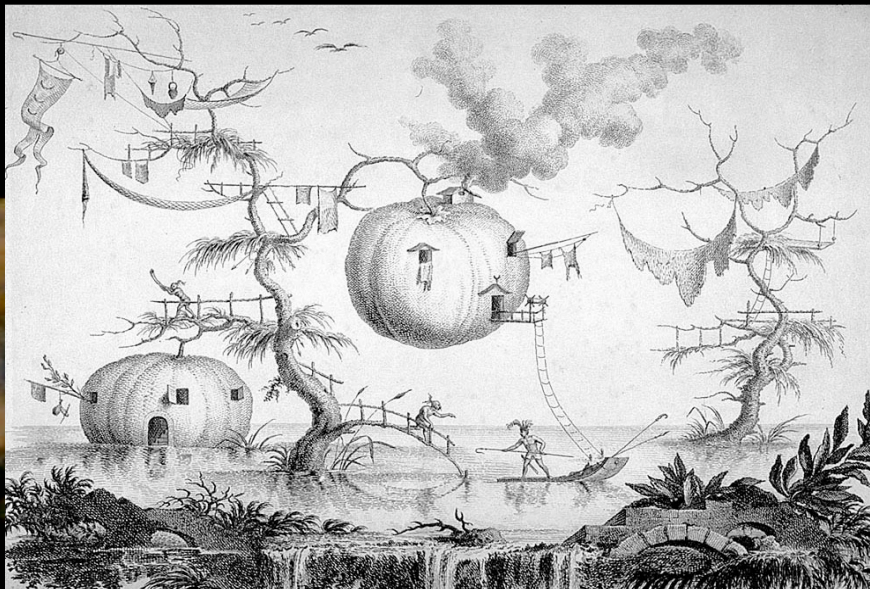
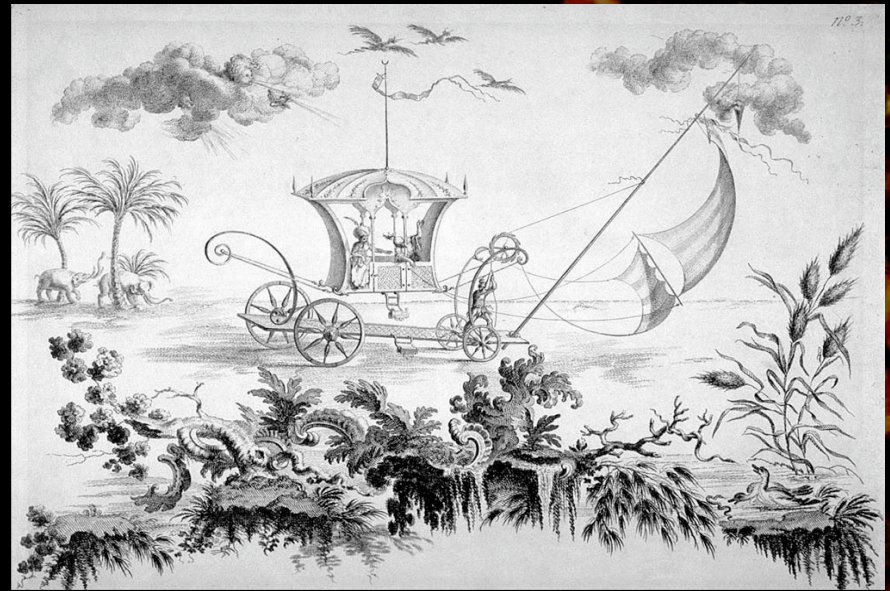
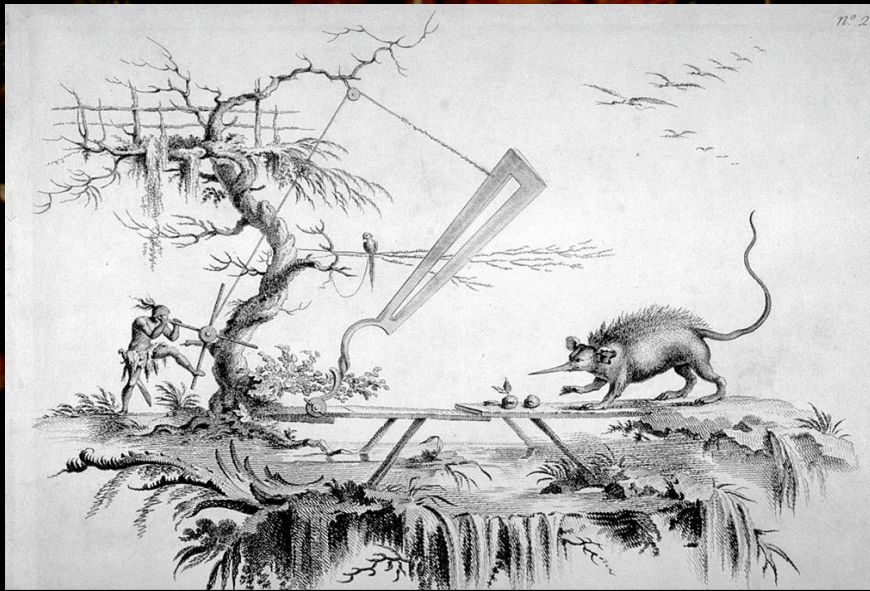
Universi multipli



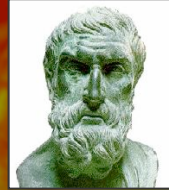
L'universo è tutto per noi ?



V. Van Gogh



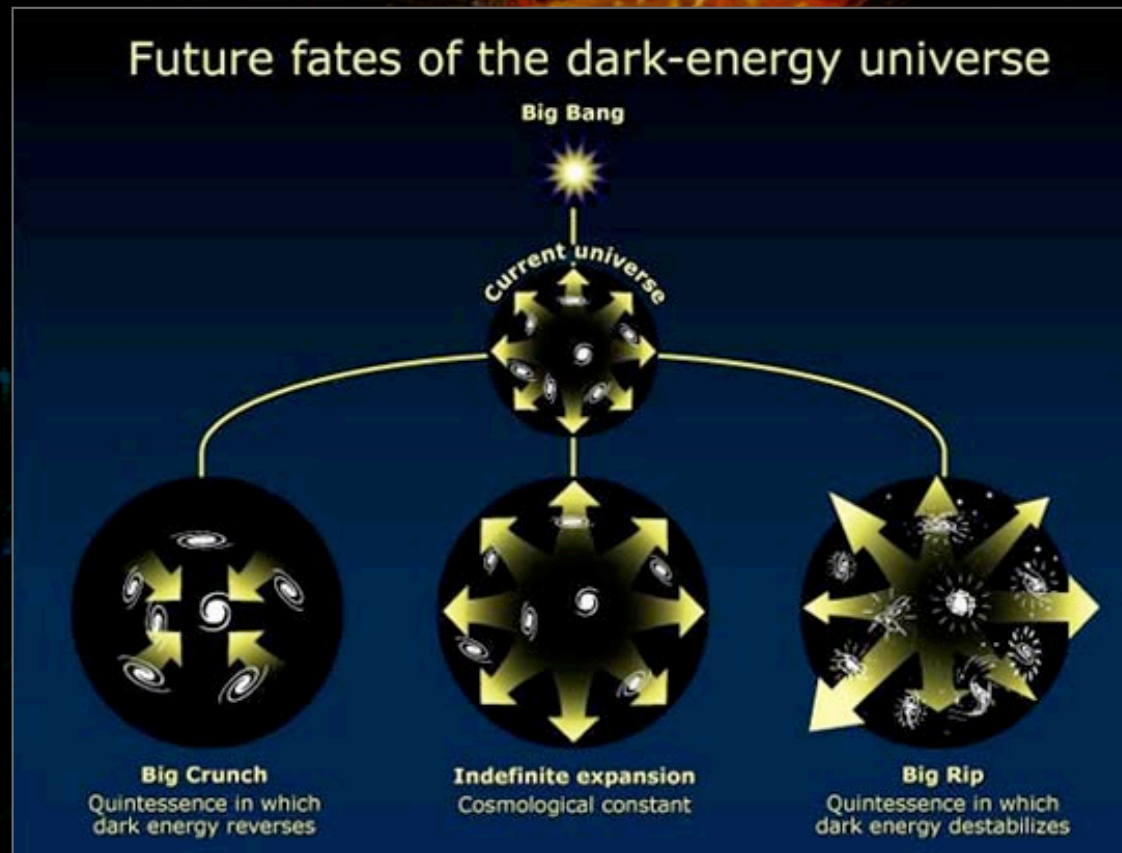
**Filippo Morghen:** *Raccolta delle cose più notabili vedute dal cavaliere Wilde Scull, e dal sigr. de la Hire nel lor famoso viaggio dalla Terra alla Luna, ca. 1764-72*



## **Epicuro:** *Lettera a Erodoto*

*“ ... ci sono infiniti mondi, sia simili che differenti dal nostro mondo ... noi dobbiamo credere che in tutti i mondi ci siano creature, piante e tutte le altre cose che vediamo qui nel nostro mondo ... ” .*

# Qual è il destino dell'Universo ?





**Agostino**  
**Confessioni, Libro 11, 8.15**

*[...] Eppure gli uomini vanno ad ammirare  
le vette dei monti, le onde enormi del mare,  
le correnti amplissime dei fiumi,  
la circonferenza dell'Oceano, le orbite degli astri,  
mentre trascurano se stessi.*

*“Solo due cose sono infinite, l’universo e  
l’umana stupidità – e io non sono sicuro  
riguardo la prima”*

*Albert Einstein*

