

# Entenent l'Univers amb una copa de vi

Alex Alarcon  
Junior Leader Fellow 'la Caixa'

Institute of  
Space Sciences

 **CSIC**  **IEEC** <sup>R</sup>

The Cerro Tololo Inter-American Observatory that houses  
the Dark Energy Camera. Image credit: Fermilab.



"la Caixa" Foundation

Entenent l'Univers  
amb una copa de vi



# Entenent l'Univers amb una copa de vi

Primer pas:  
agafar copa de vi,  
gerra de cervesa,  
o beguda preferida





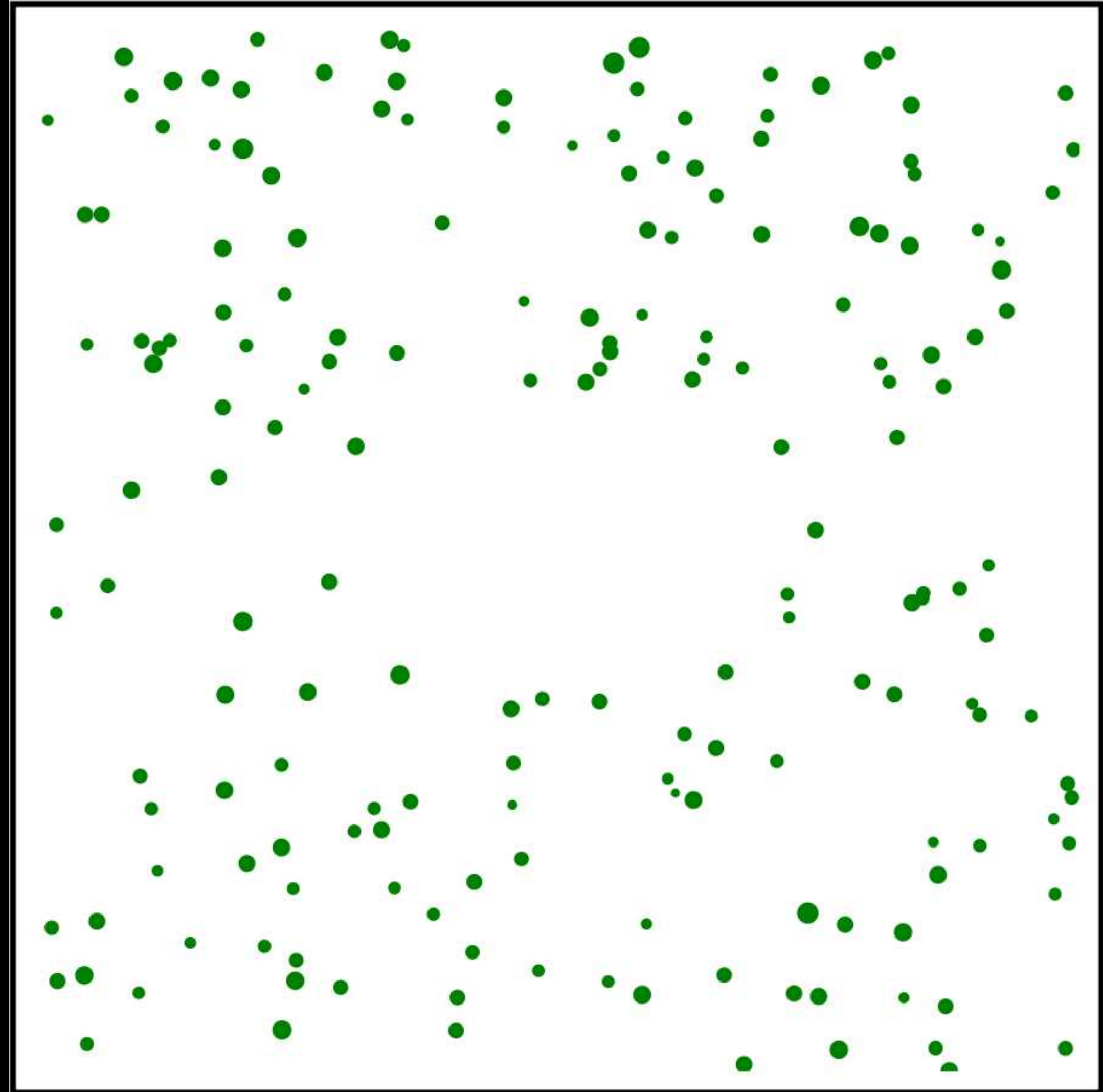
La base d'una copa de vi produeix una distorsió òptica dels objectes que hi ha darrere seu.



La base d'una copa de vi produeix una distorsió òptica dels objectes que hi ha darrere seu.

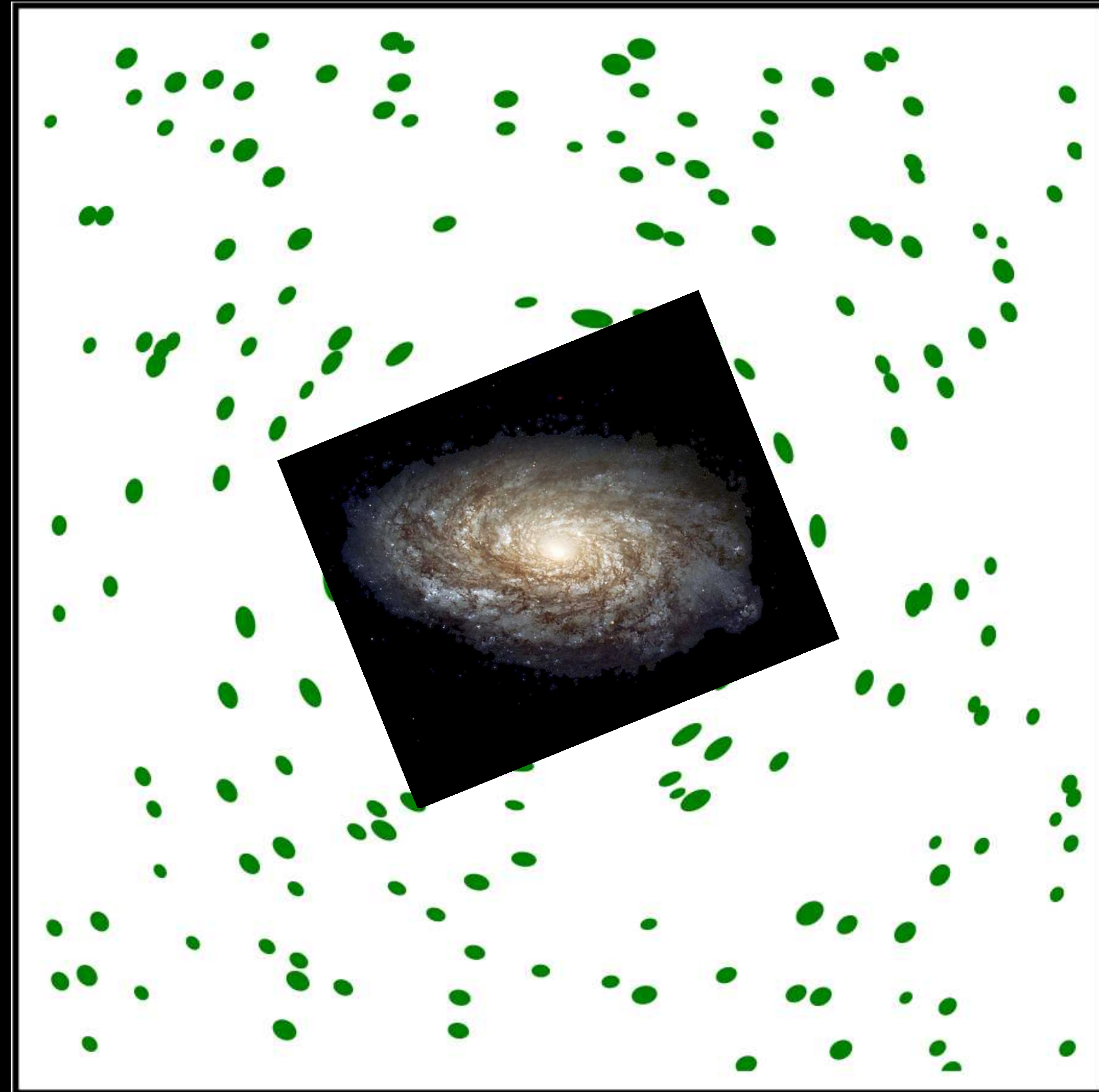
De manera molt similar,  
l'acumulació de matèria produeix  
una distorsió gravitatòria que  
modifica les imatges dels objectes  
que hi ha al darrere.

Ara mateix, sense matèria, aquests  
punts es veuen com cercles.



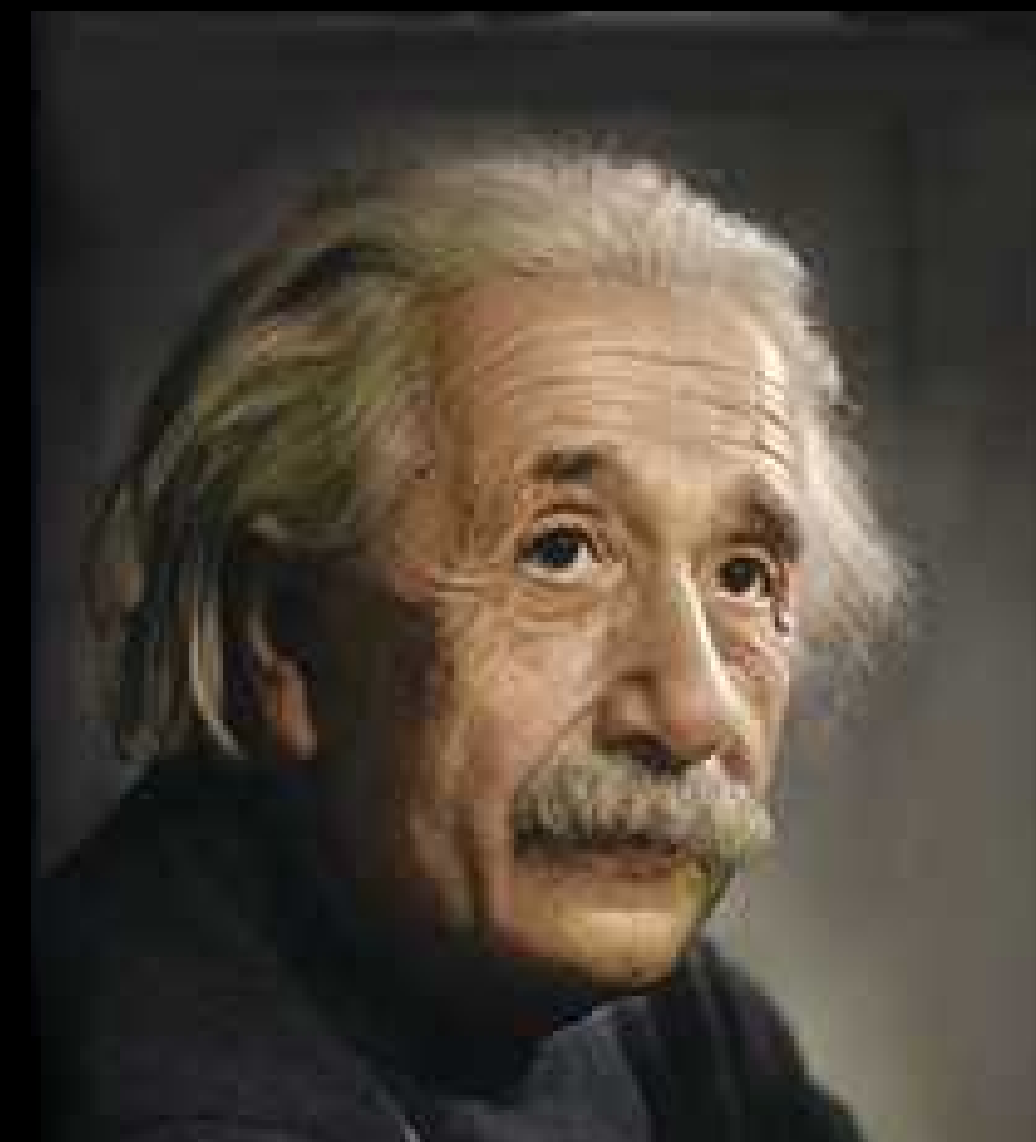
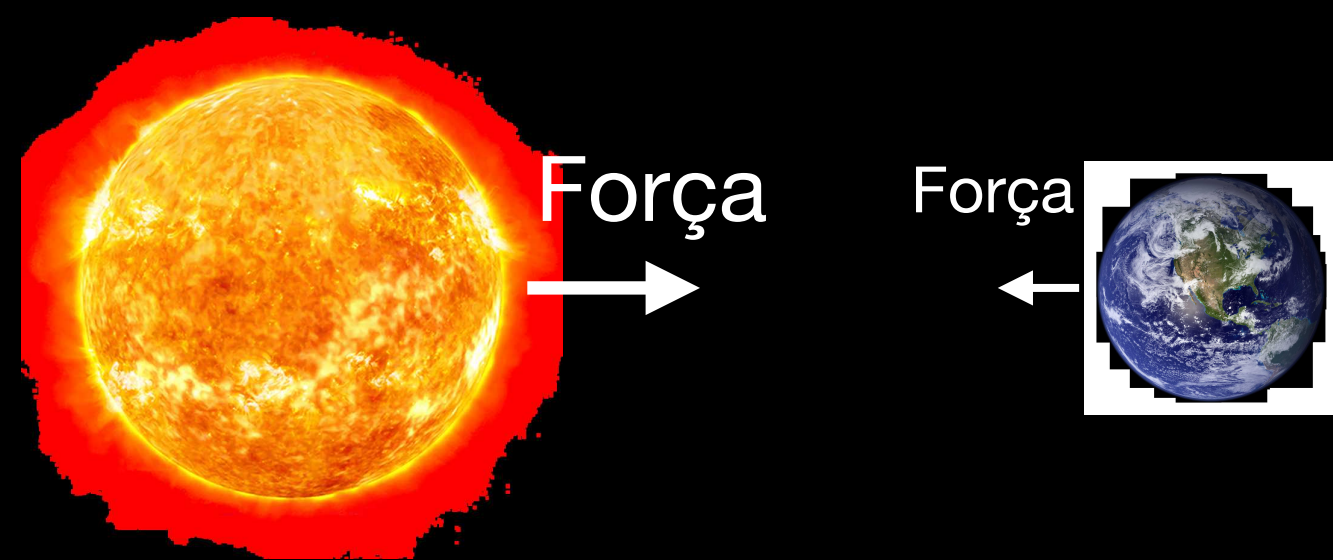
De manera molt similar,  
l'acumulació de matèria produeix  
una distorsió gravitatòria que  
modifica les imatges dels objectes  
que hi ha al darrere.

Al afegir-hi una galàxia al davant,  
aquesta es converteix en una  
lent gravitatòria.

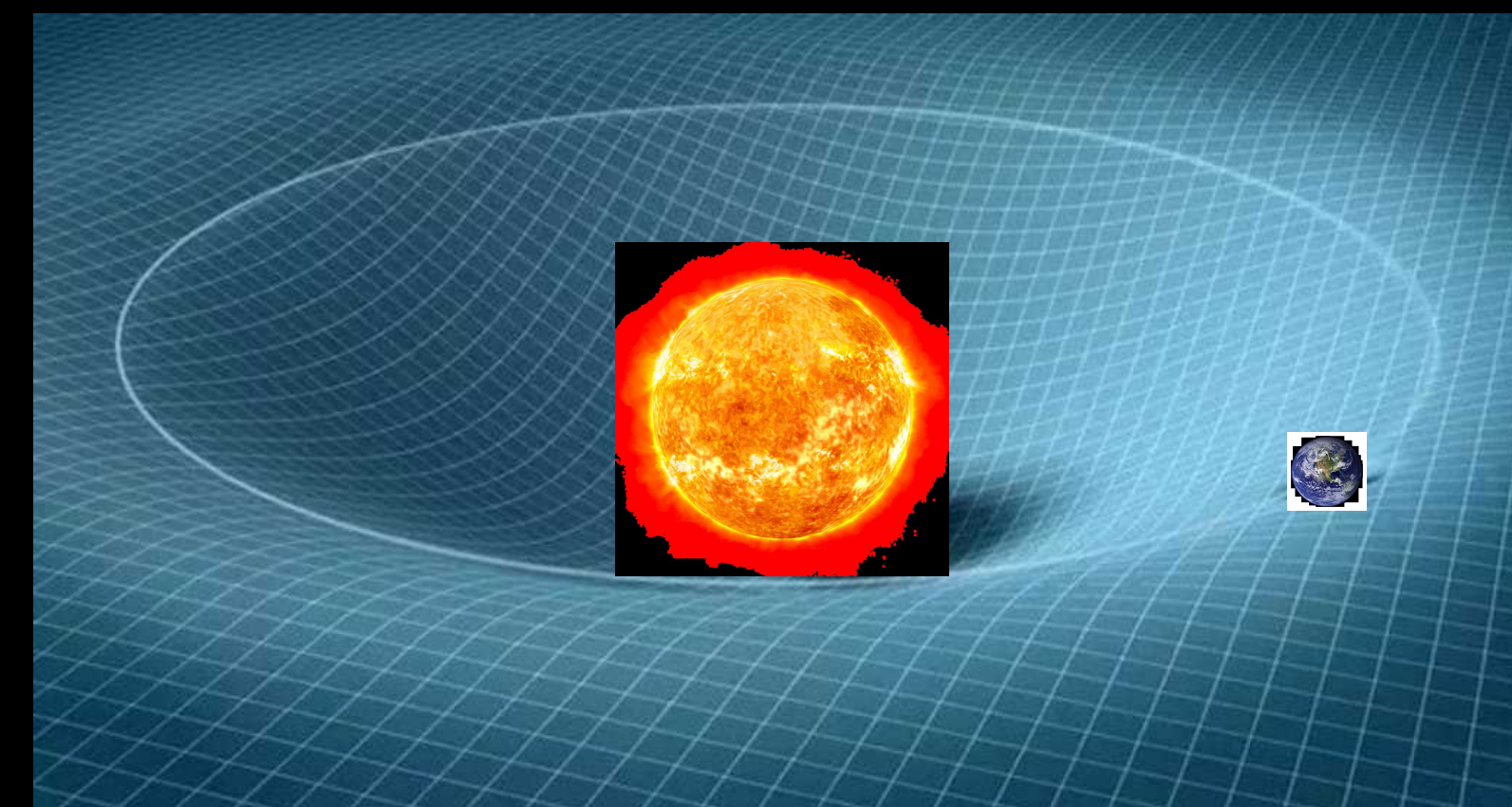




Newton (1687):  
La gravetat és una força!

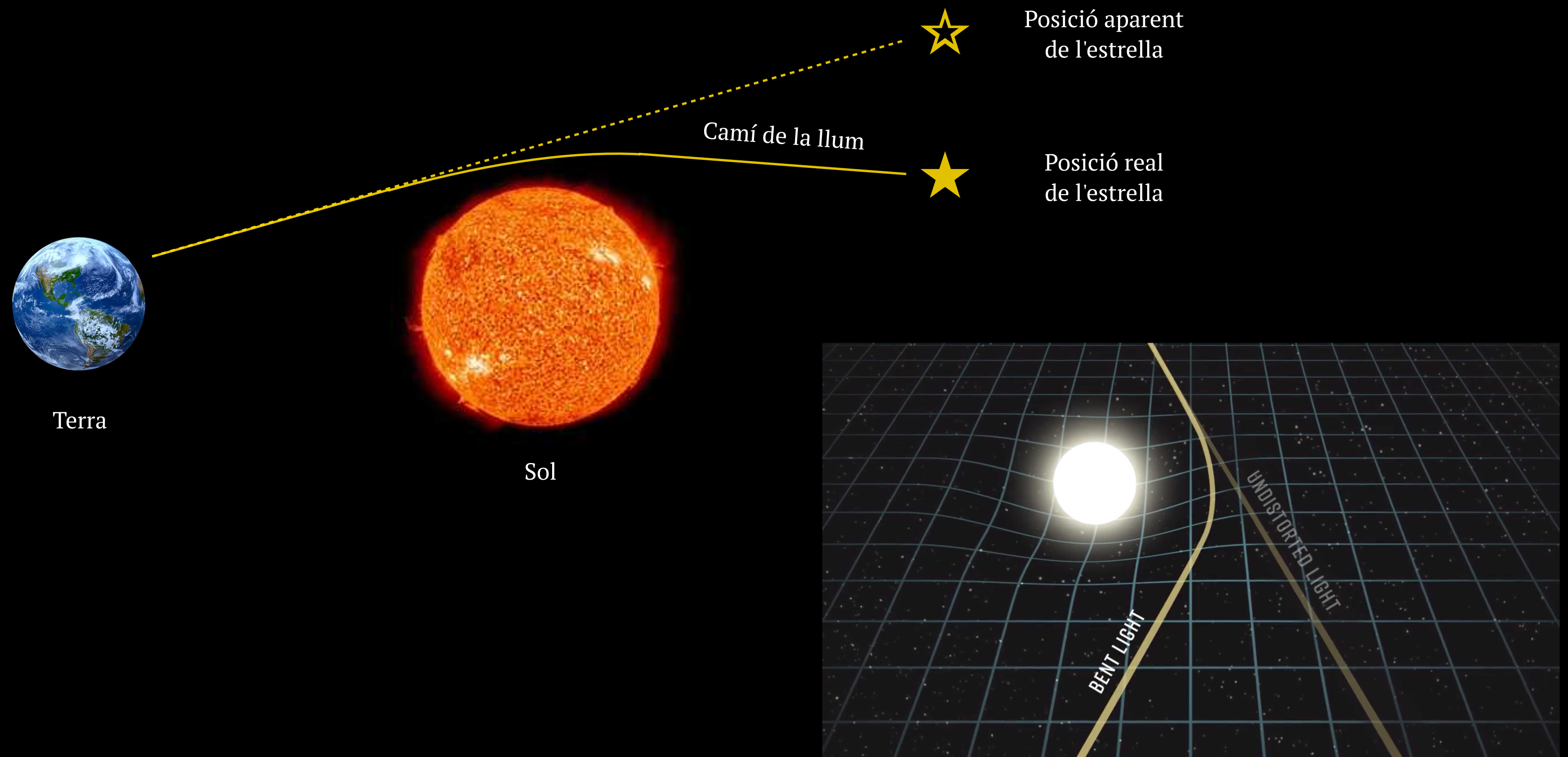


Einstein (1915): La gravetat és  
la curvatura de l'espai-temps!

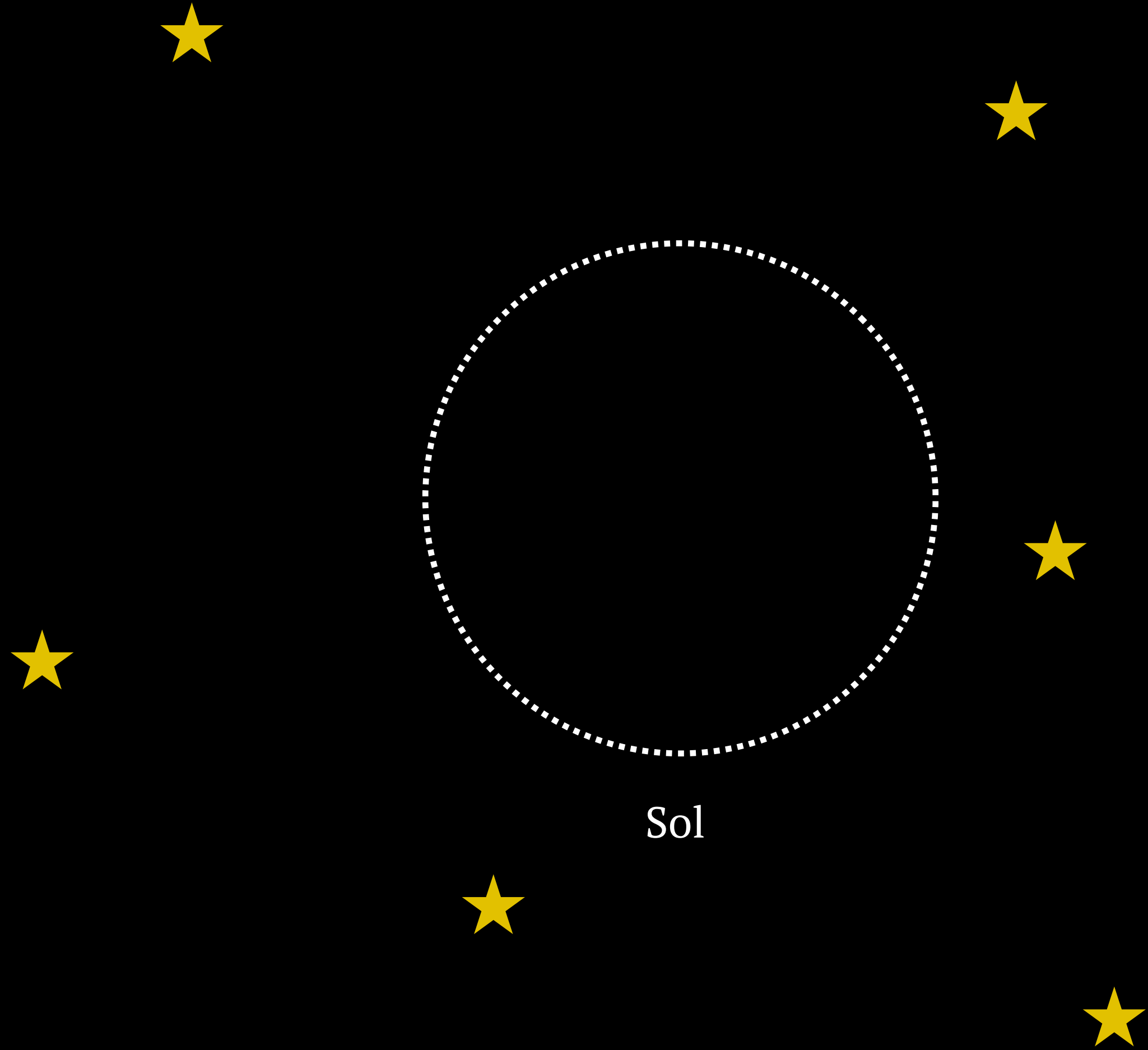




# Einstein: Fins i tot la llum es corba!

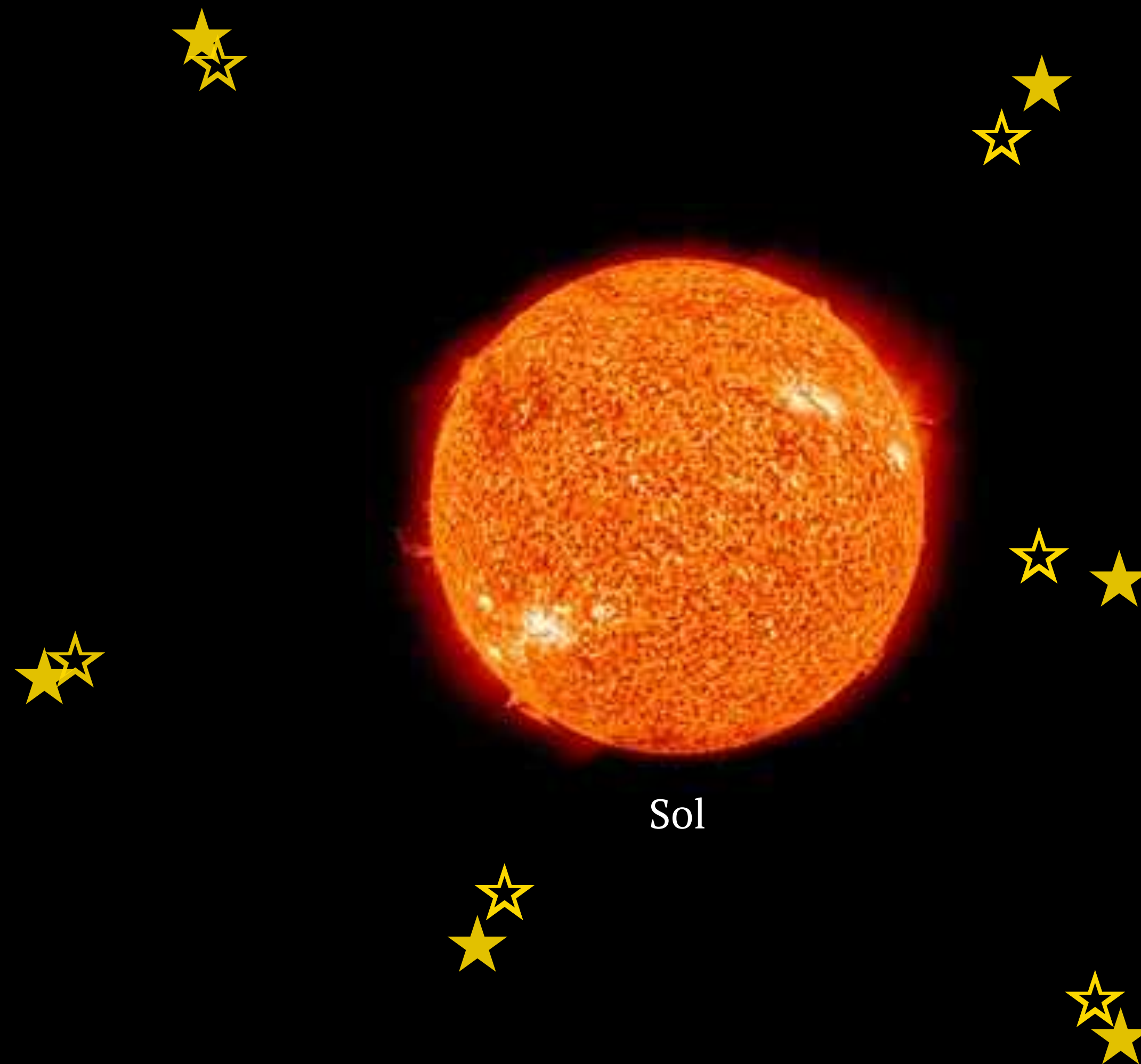


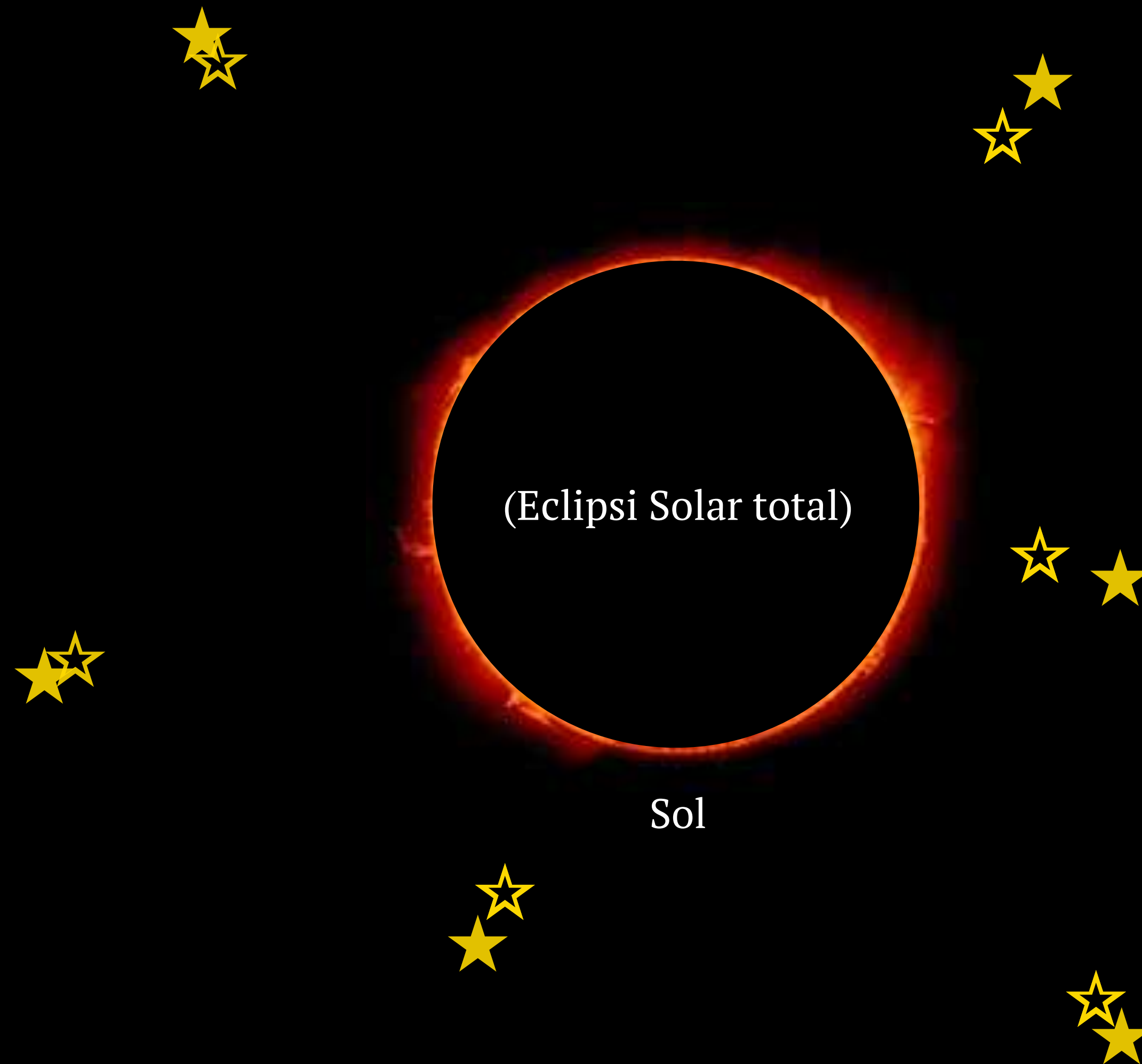
(Estrelles més llunyanes)



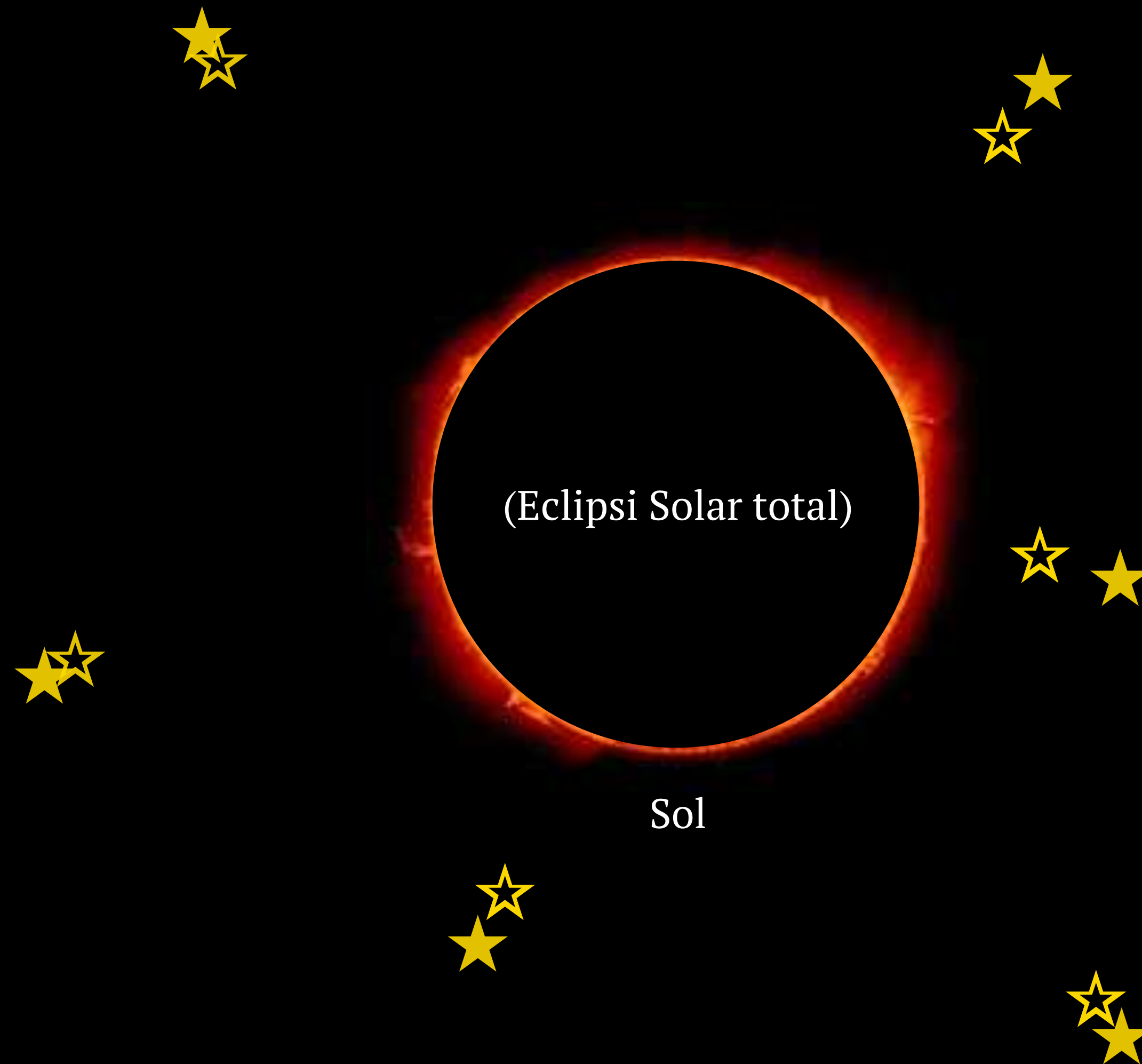
Sol

Les estrelles es veuen en llocs diferents!





Mesurat per Eddington i el seu equip durant l'eclipsi Solar total de l'any 1919.



Mesurat per Eddington i el seu equip durant l'eclipsi Solar total de l'any 1919.

Va convertir Albert Einstein instantàniament en un científic molt famós.



# Lent gravitatòria forta

## Anell de Einstein:

Quan dues galàxies s'alineen perfectament una darrere de l'altre.

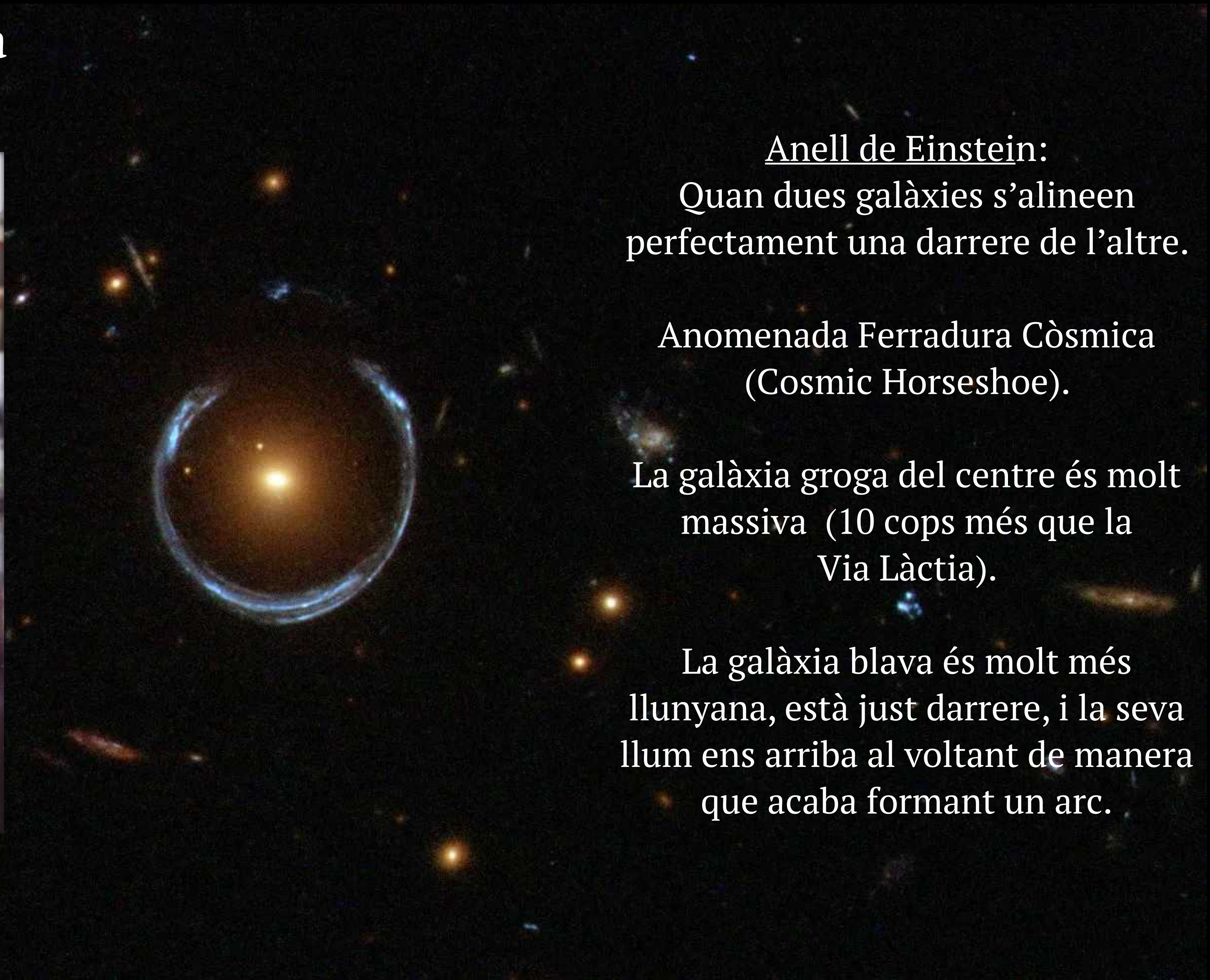
Anomenada Ferradura Còsmica  
(Cosmic Horseshoe).

La galàxia groga del centre és molt massiva (10 cops més que la Via Làctia).

La galàxia blava és molt més llunyana, està just darrere, i la seva llum ens arriba al voltant de manera que acaba formant un arc.



# Lent gravitatòria forta



## Anell de Einstein:

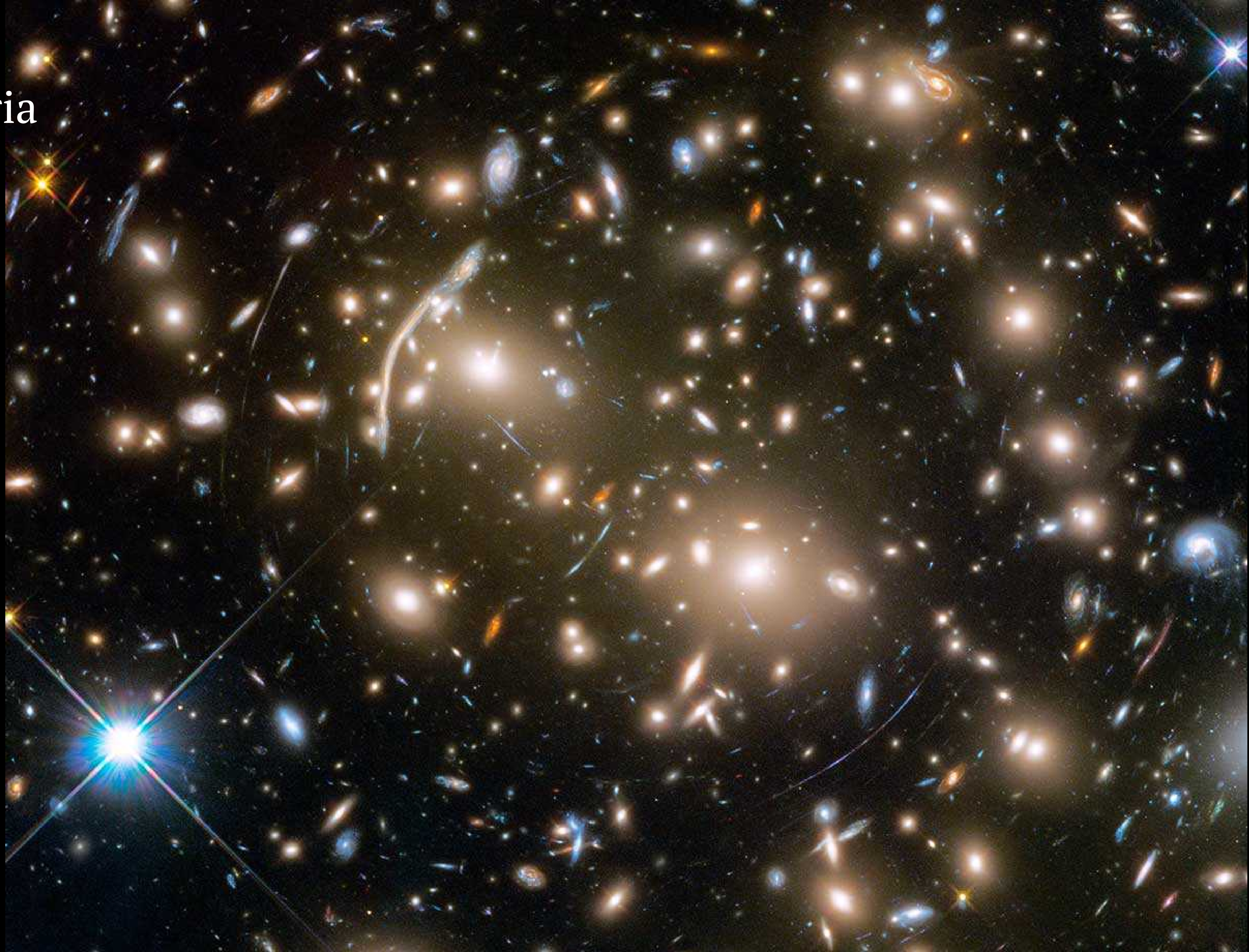
Quan dues galàxies s'alineen perfectament una darrere de l'altre.

Anomenada Ferradura Còsmica  
(Cosmic Horseshoe).

La galàxia groga del centre és molt massiva (10 cops més que la Via Làctia).

La galàxia blava és molt més llunyana, està just darrere, i la seva llum ens arriba al voltant de manera que acaba formant un arc.

Lent  
gravitatòria  
forta





Lent  
gravitatòria  
forta



Cúmulo de galàxies Abell 370

Situat a 4 mil millions d'anys  
llum.

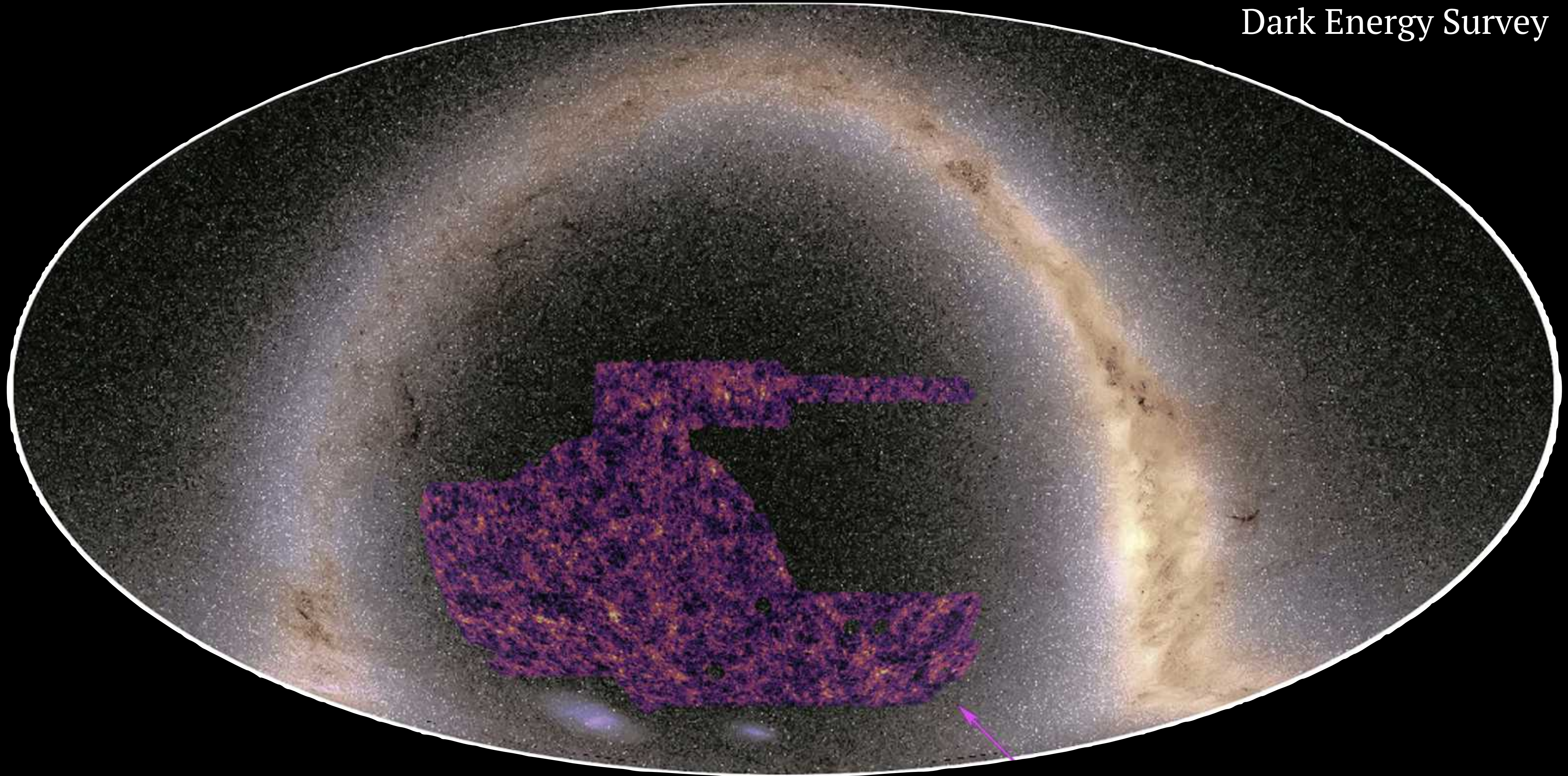
Deu mil vegades més massiu que  
la nostra galàxia (Via Làctia).


Format per uns quants centenars  
de galàxies (les de color blanc/  
groc).

Les galaxies del darrere formen  
numerosos arcs.

# Lent gravitatòria dèbil

Mapa de Matèria Fosca generat amb l'efecte de lent gravitatòria dèbil amb 100 milions de galàxies del Dark Energy Survey



A silhouette of a hand holding a wine glass against a dark blue night sky filled with stars and the Milky Way galaxy. The text "Gràcies per escoltar, i salut!" is overlaid on the glass.

Gràcies per escoltar,  
i salut!

# Galaxy surveys: galaxy maps

Size of Hubble eXtreme Deep Field on the Sky

The Hubble Space Telescope made the deepest picture ever taken, putting together more than 500 hours of observations made during 2002, 2003 and 2009.



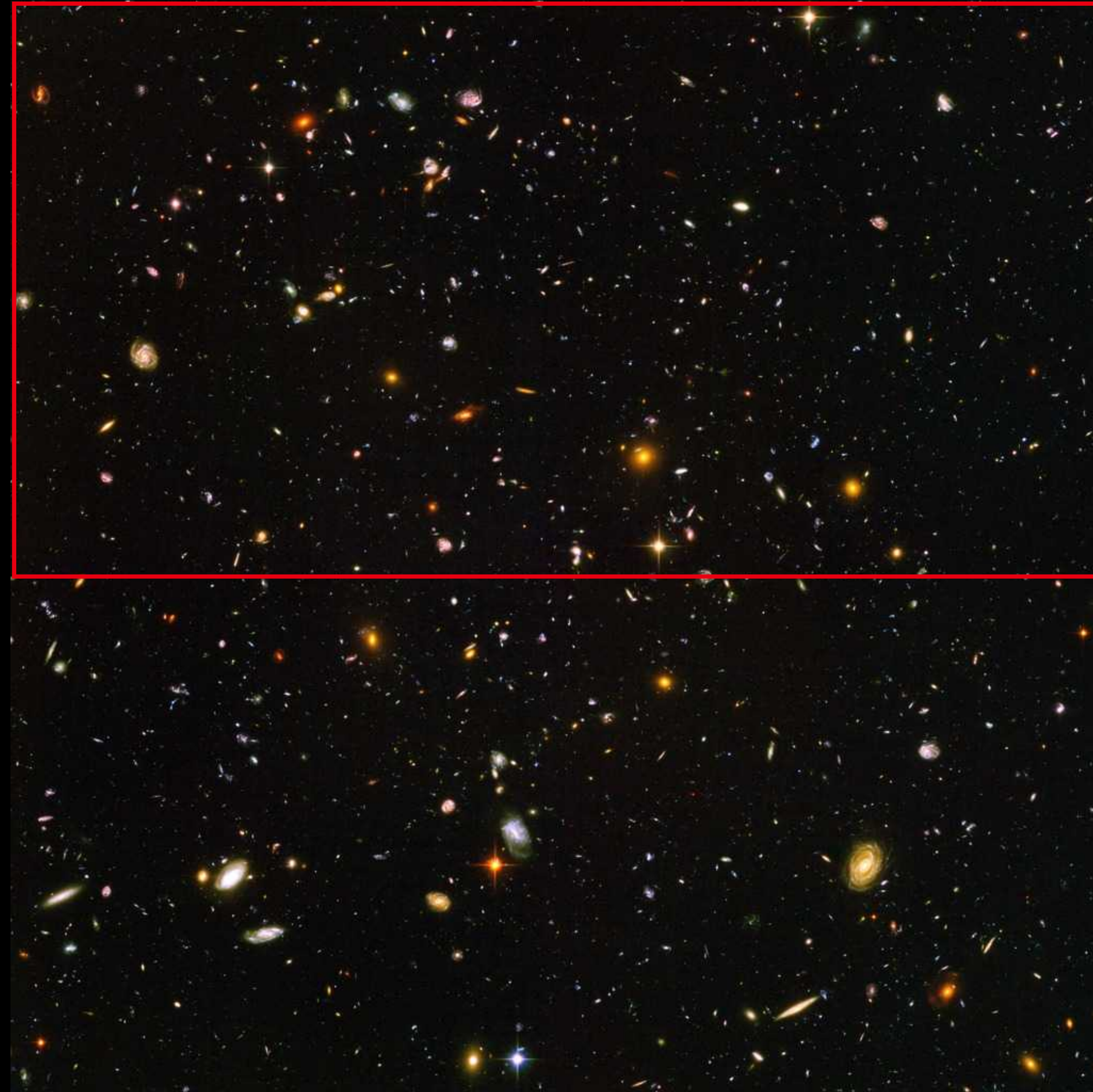
Picture of the Hubble Space Telescope orbiting the Earth.

Credit: NASA/ESA



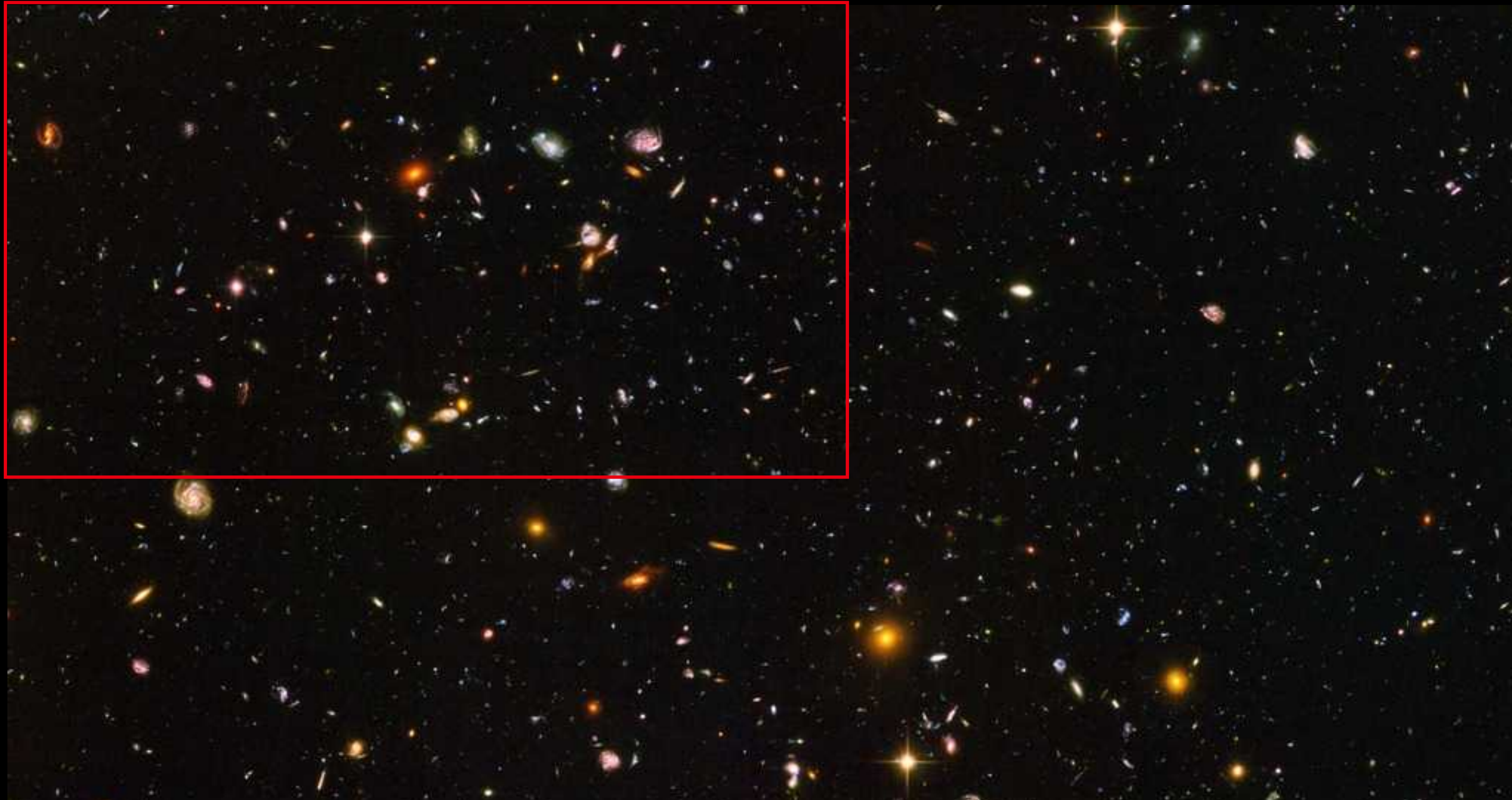
Credit: NASA, ESA, Z. Levay (STScI), T. Rector, I. Dell'Antonio/NOAO/AURA/NSF, G. Illingworth, D. Magee, and P. Oesch (University of California, Santa Cruz), R. Bouwens (Leiden University) and the HUDF09 Team

# Galaxy surveys: Hubble Ultra Deep Field



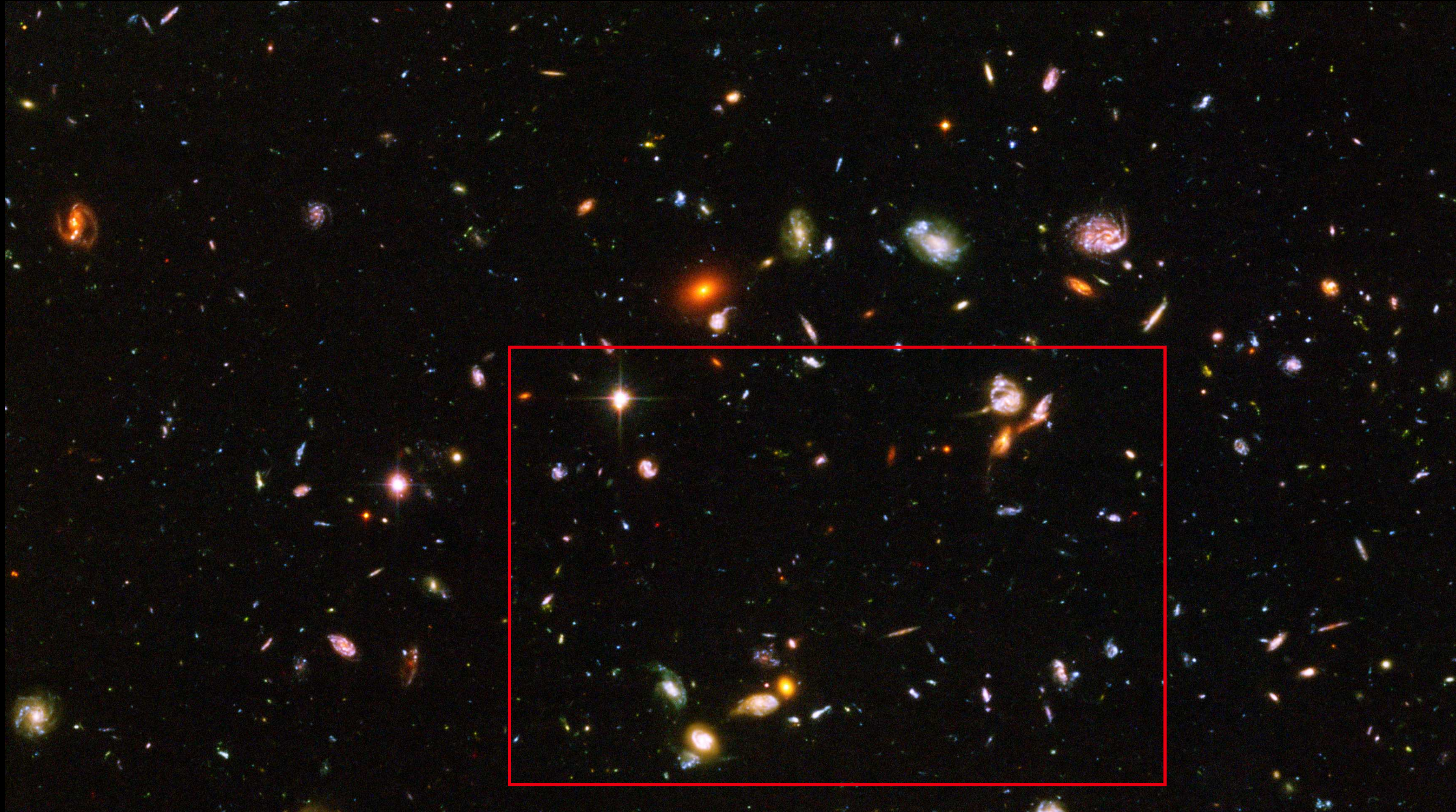
Credit: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team

# Galaxy surveys: Hubble Ultra Deep Field



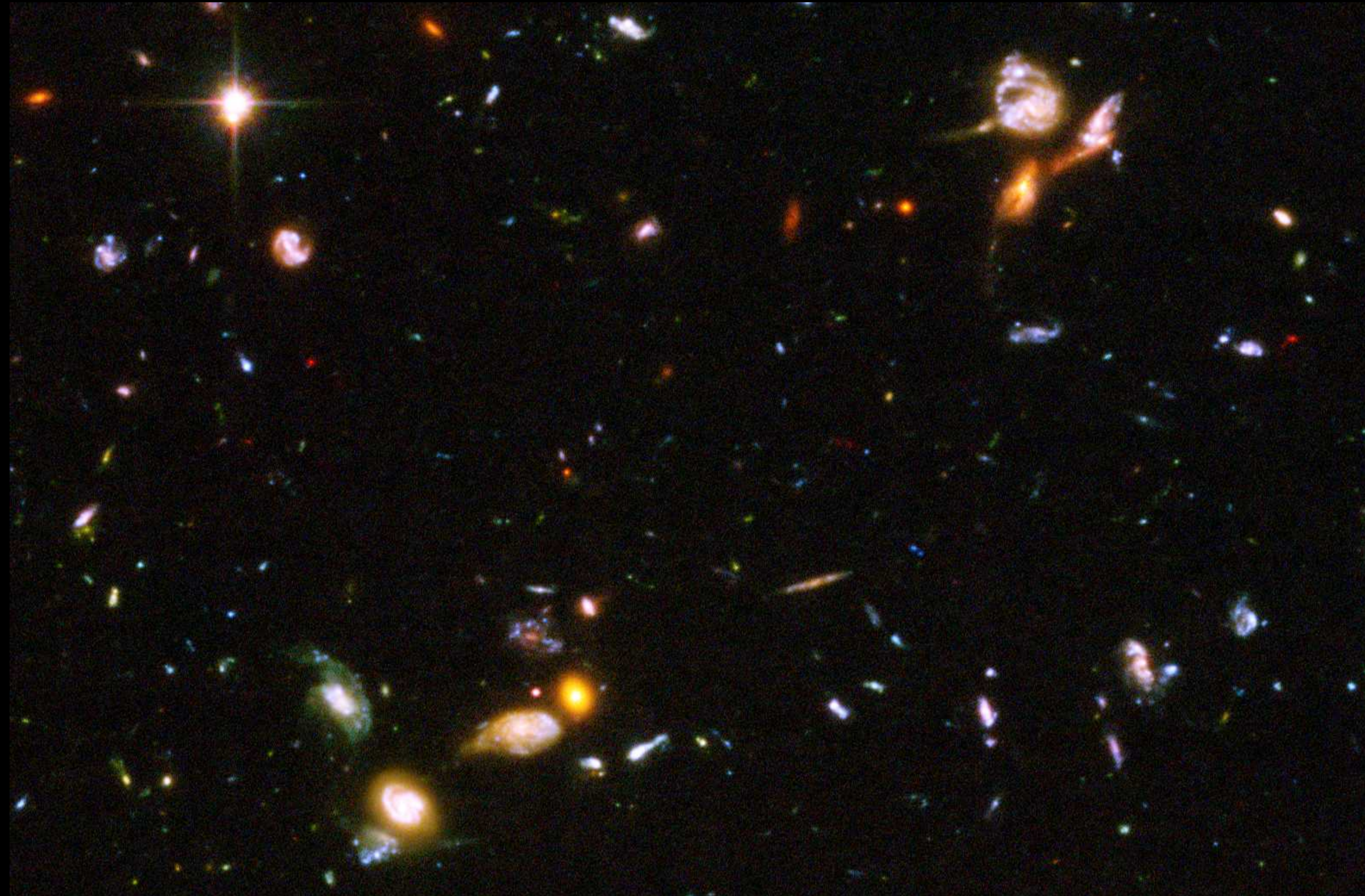
Credit: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team

# Galaxy surveys: Hubble Ultra Deep Field



Credit: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team

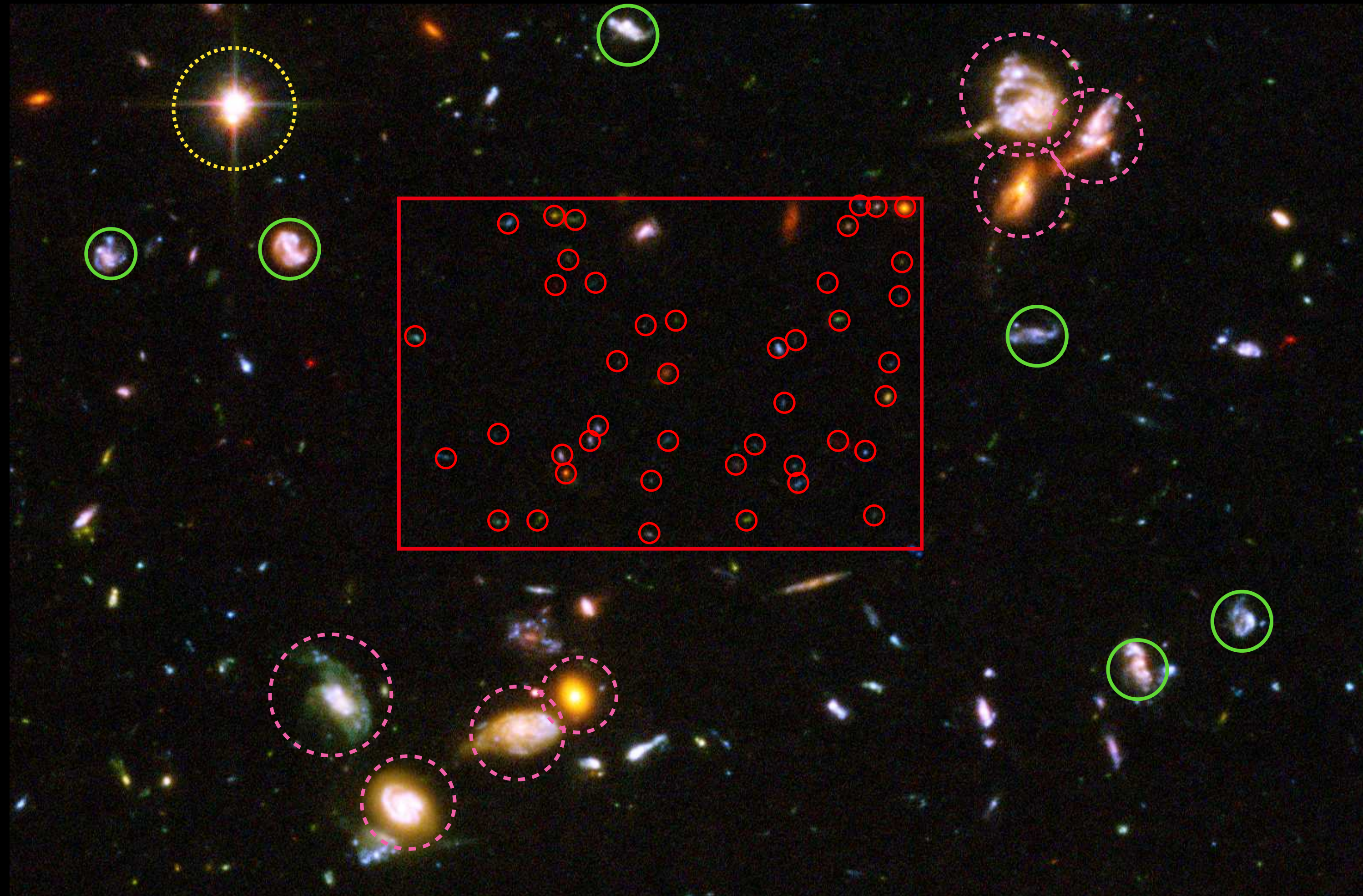
# Galaxy surveys: Hubble Ultra Deep Field



Credit: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team

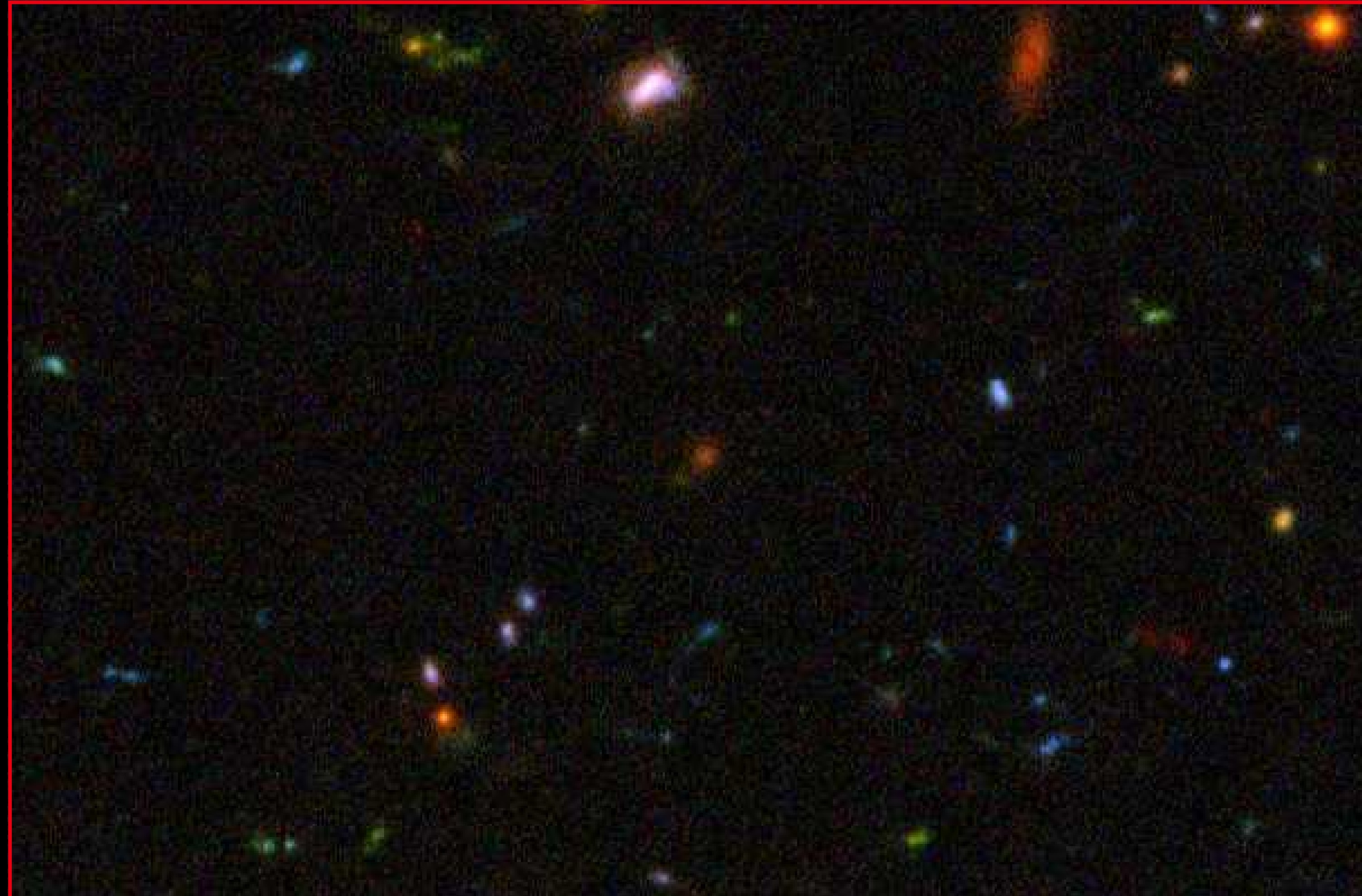


# Galaxy surveys: Hubble Ultra Deep Field



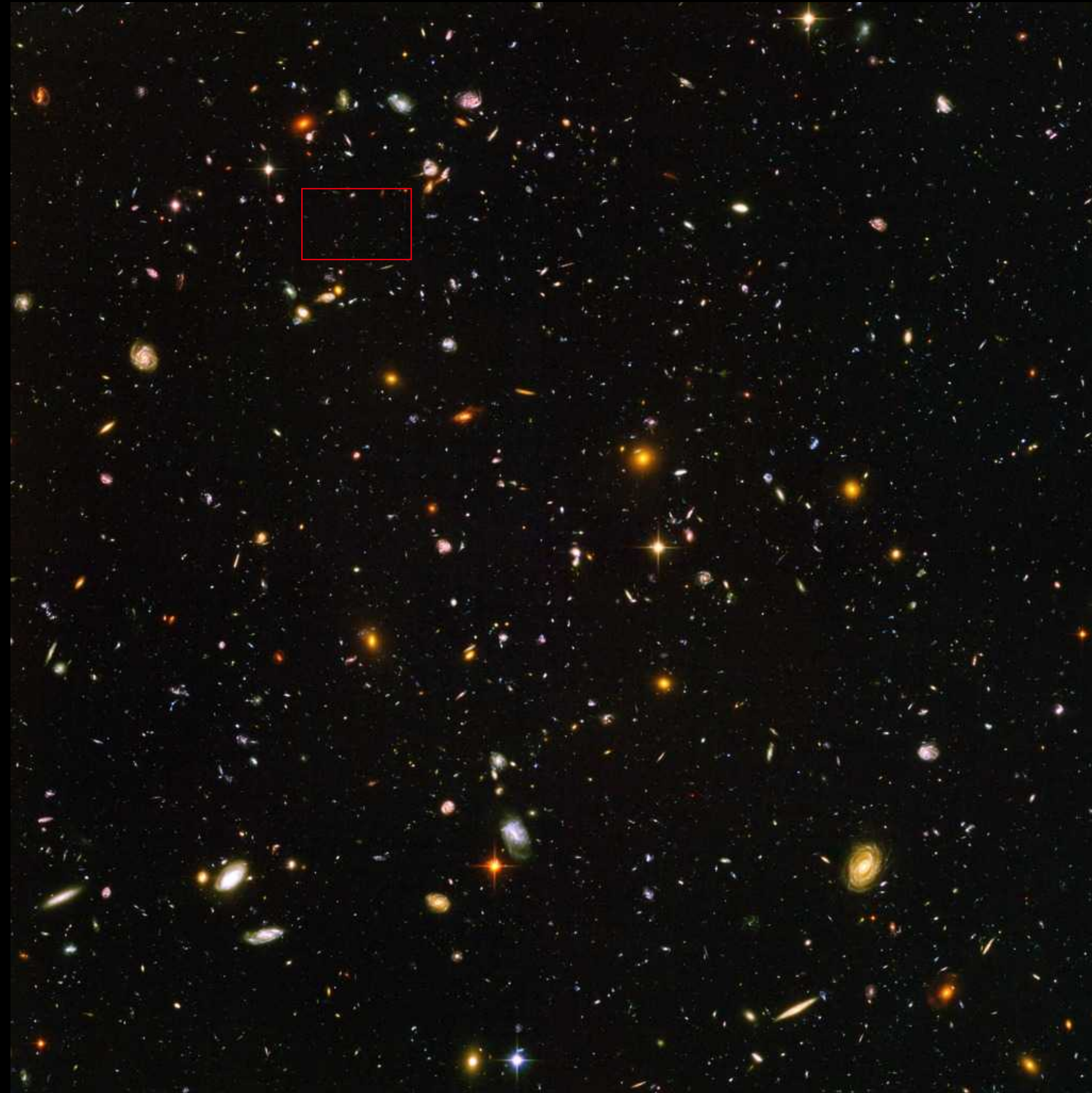
Credit: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team

# Galaxy surveys: Hubble Ultra Deep Field



Credit: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team

# Galaxy surveys: Hubble Ultra Deep Field



Credit: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI) and the HUDF Team

## Size of Hubble eXtreme Deep Field on the Sky



Credit: NASA, ESA, Z. Levay (STScI), T. Rector, I. Dell'Antonio/NOAO/AURA/NSF, G. Illingworth, D. Magee, and P. Oesch (University of California, Santa Cruz), R. Bouwens (Leiden University) and the HUDF09 Team

# Galaxy surveys: the Dark Energy Survey

The Dark Energy Survey is an international collaboration of more than 500 people. We have photographed an eighth of the sky, discovering over 300 million galaxies.



Cerro Tololo Inter-American Observatory  
(CTIO) in the Chilean Andes

