



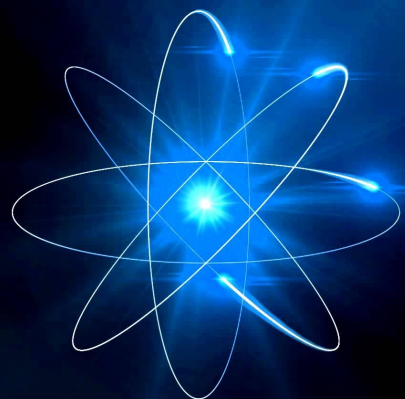
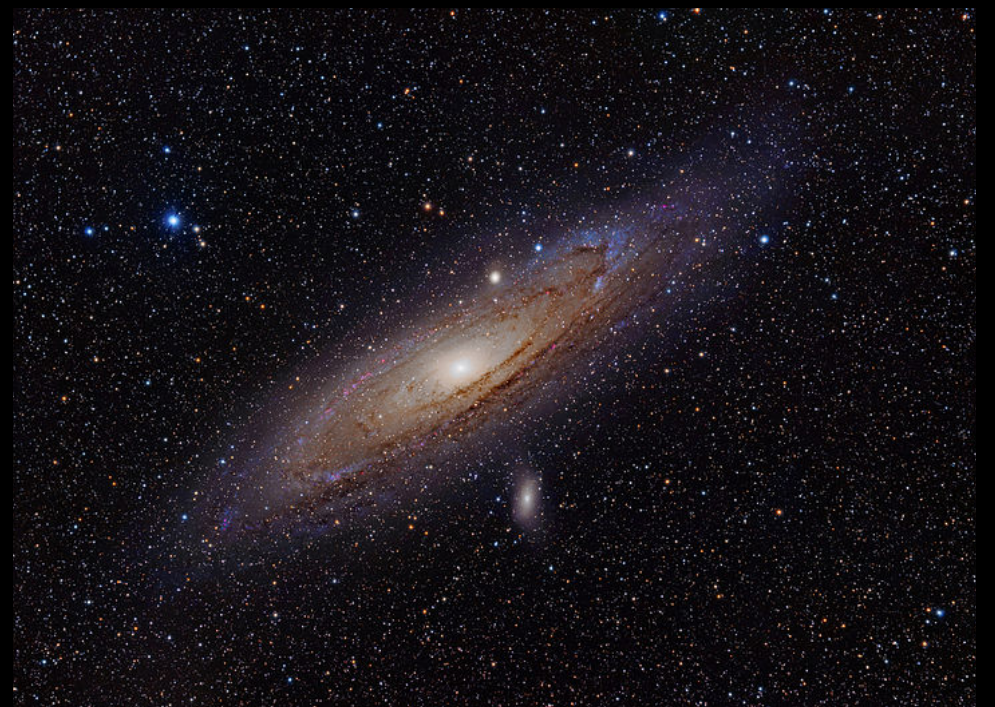
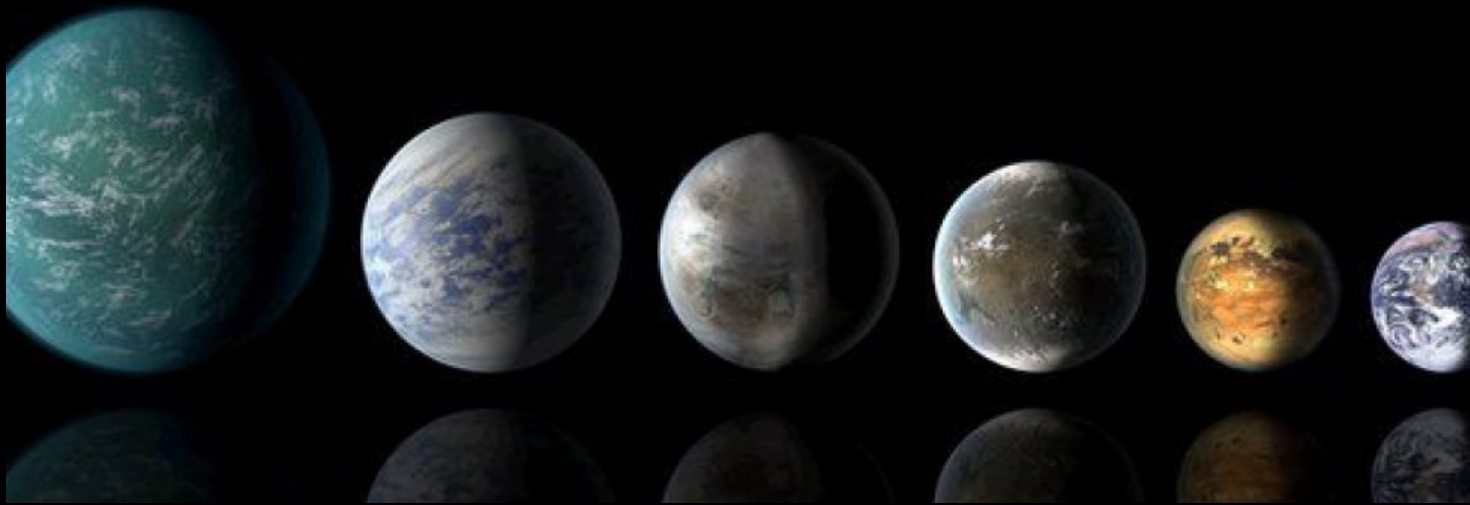
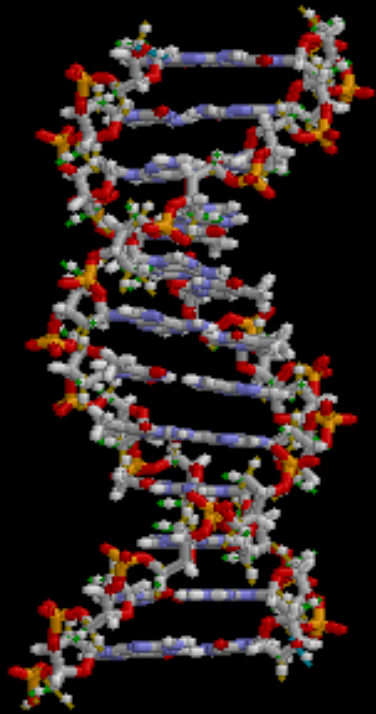
Il lato **Oscuro** dell'Universo

Antonia Di Crescenzo

Università di Napoli "Federico II" e Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

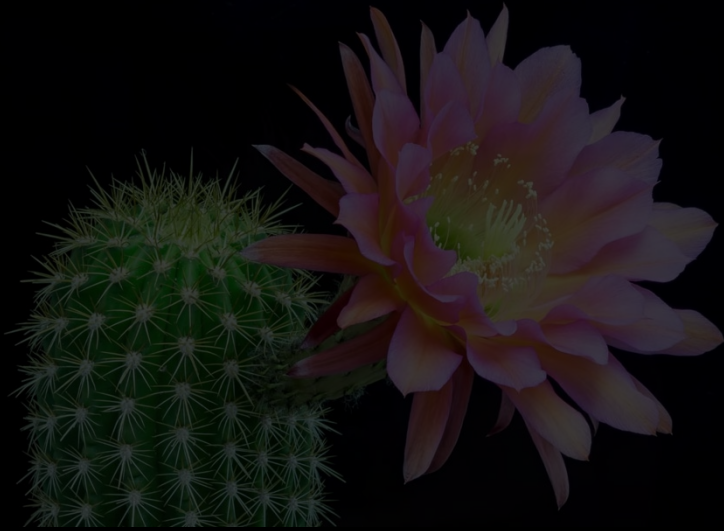
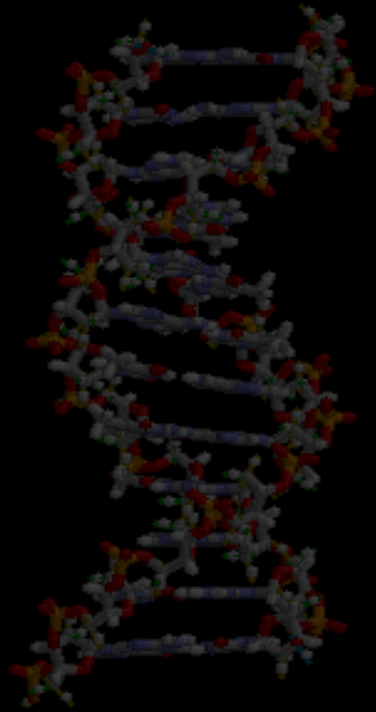
Di cosa è fatto l'Universo?

Di cosa è fatto l'Universo?

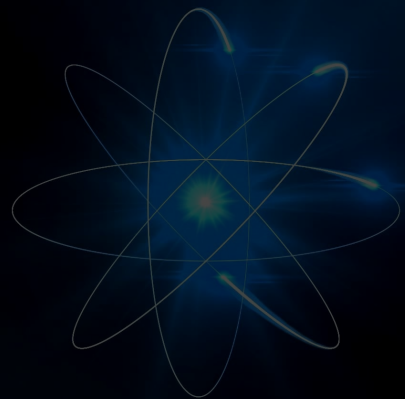
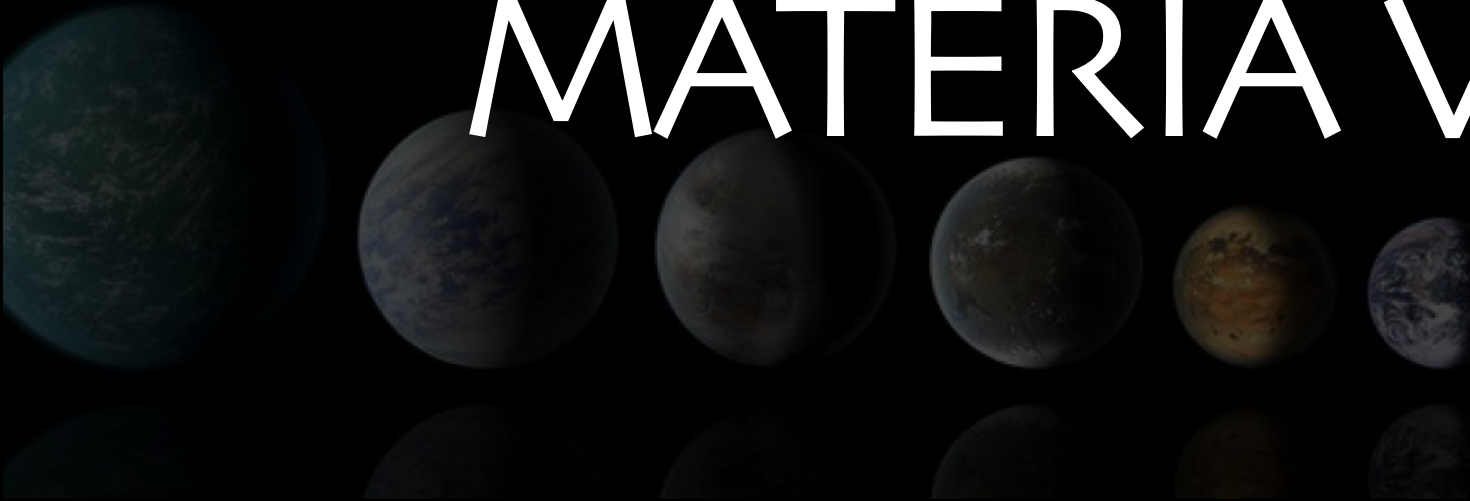


Atomi = Nuclei + Elettroni

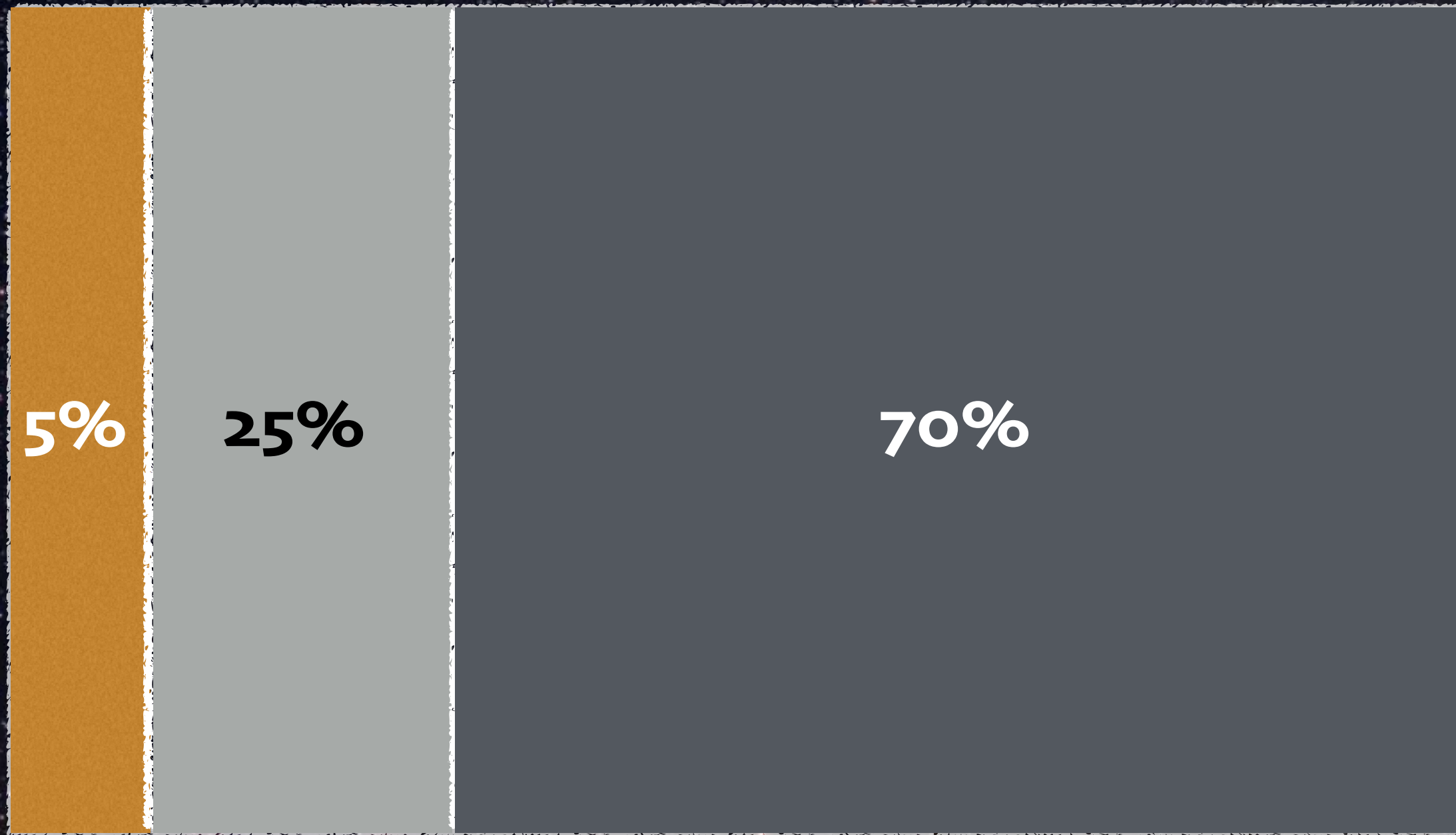
Di cosa è fatto l'Universo?



MATERIA VISIBILE



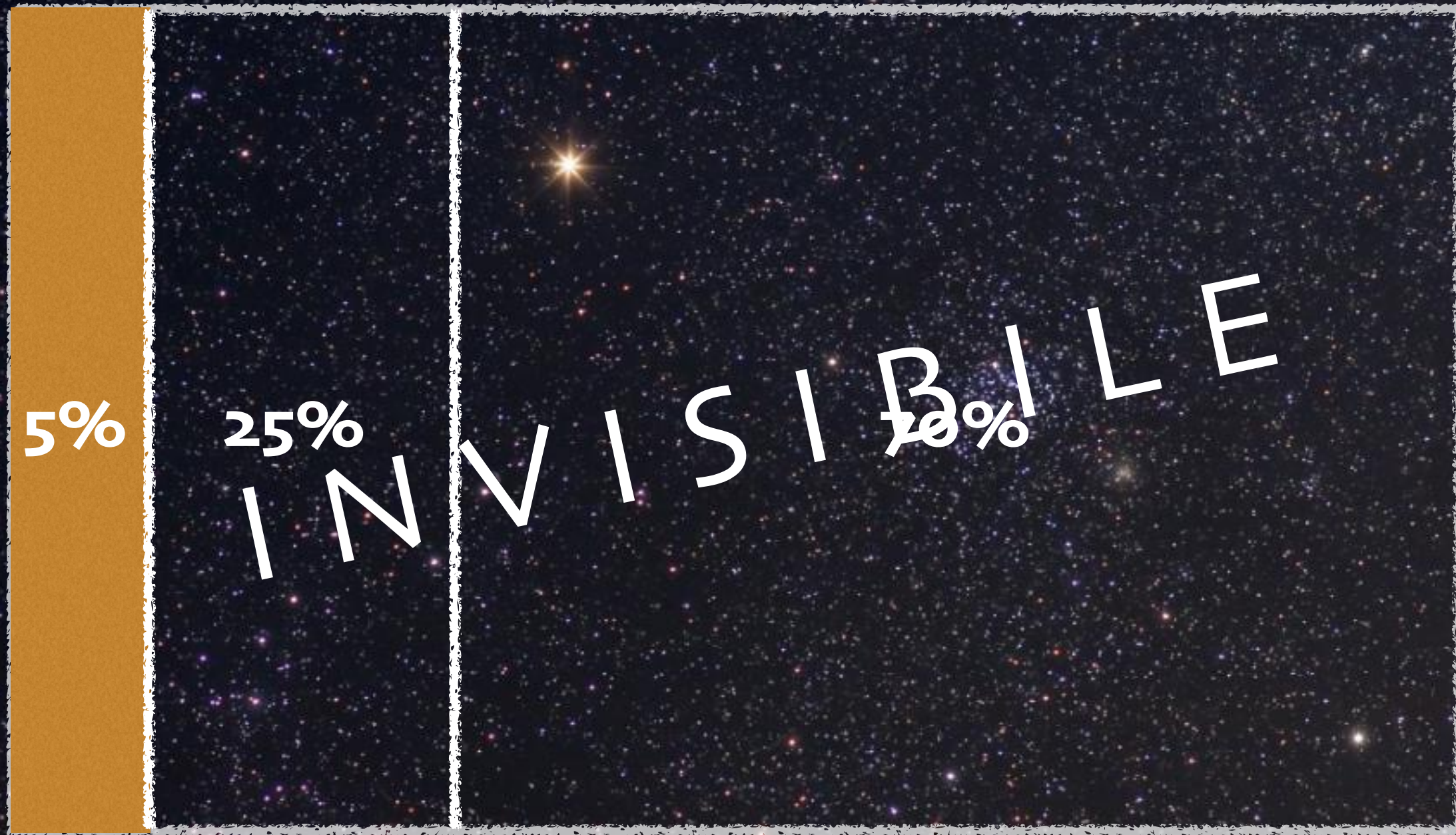
Atomi = Nuclei + Elettroni



MATERIA
VISIBILE

MATERIA
OSCURA

ENERGIA
OSCURA



MATERIA
VISIBILE

MATERIA
OSCURA

ENERGIA
OSCURA

Iniziamo in nostro viaggio nel lato OSCURO dell'Universo

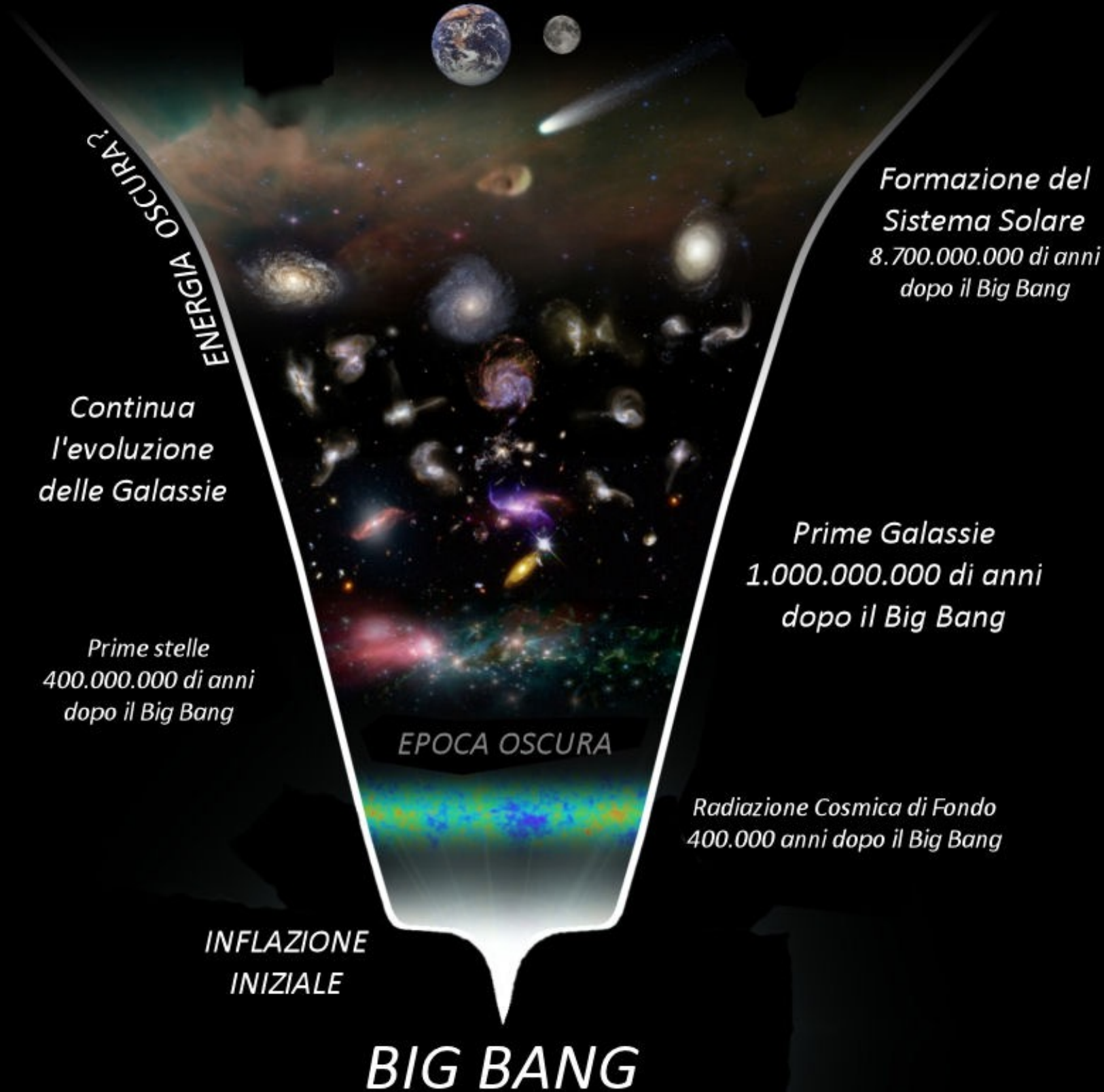


L'Energia Oscura



L'origine dell'Universo

Presente: 13.700.000.000 di anni dopo il Big Bang



L'Energia Oscura

The logo of the Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) is centered on the page. It consists of the acronym "INFN" in a bold, blue, sans-serif font. The text is superimposed on a vertical, stylized graphic element that resembles a particle detector or a beam of light, with a central vertical line and two curved, upward-pointing arcs on either side, suggesting a detector structure like a calorimeter or a tracking chamber.

INFN

La Materia Oscura

The image features a dark, star-filled galaxy with a prominent bright yellow-white core. The galaxy's structure is visible as a dense field of blue and white stars, with a central concentration. The text 'La Materia Oscura' is centered in a clean, white, sans-serif font.

Che significa "Oscura"?



Che significa "Oscura"?

Non assorbe luce

Non emette luce

Non interagisce con la materia visibile

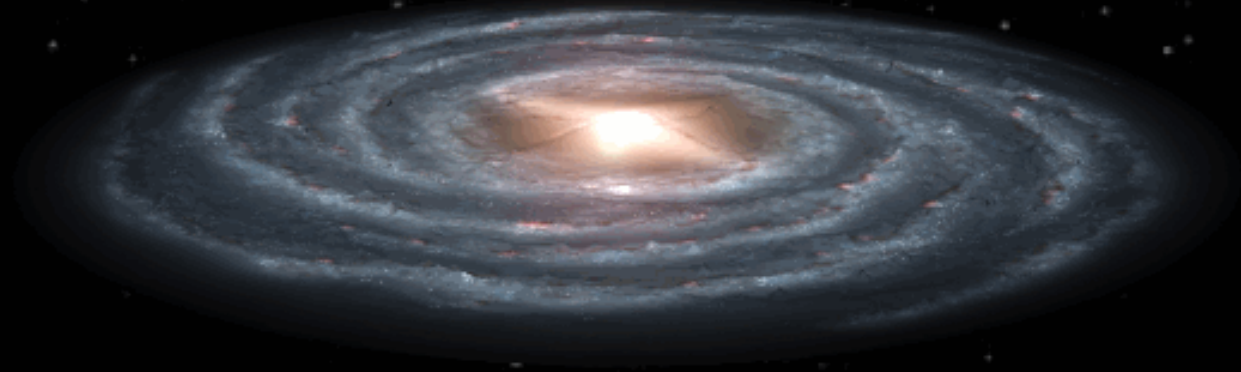
E allora ... come sappiamo che esiste?

Gli scienziati cercano le sue tracce e interpretano gli indizi della sua presenza nell'Universo



Effetti gravitazionali

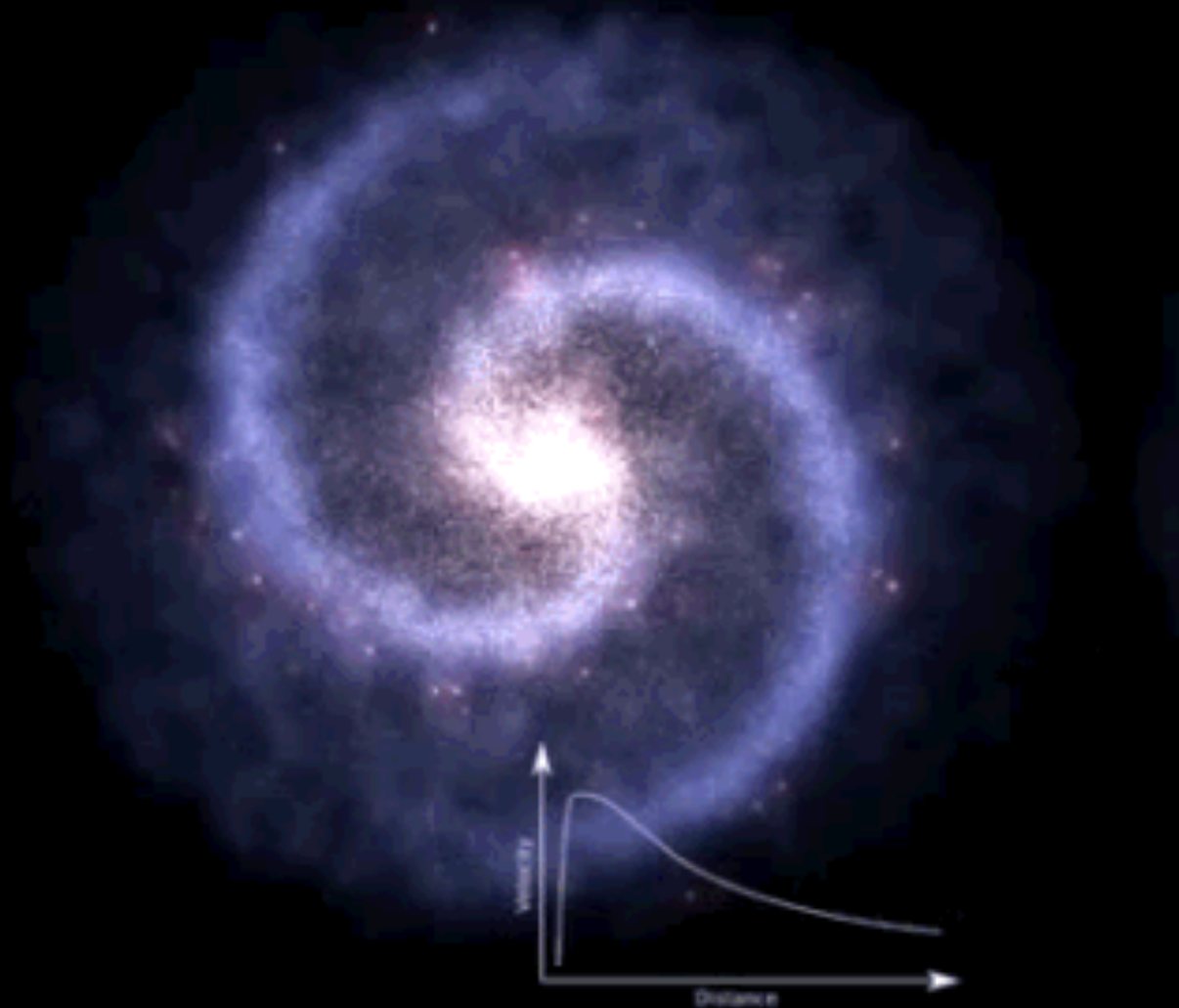
Misura della velocità di rotazione delle stelle in una galassia



Legge di Keplero:

$$T^2 = Kr^3$$

**velocità diminuisce
all'aumentare della
distanza**



Legge di Keplero:

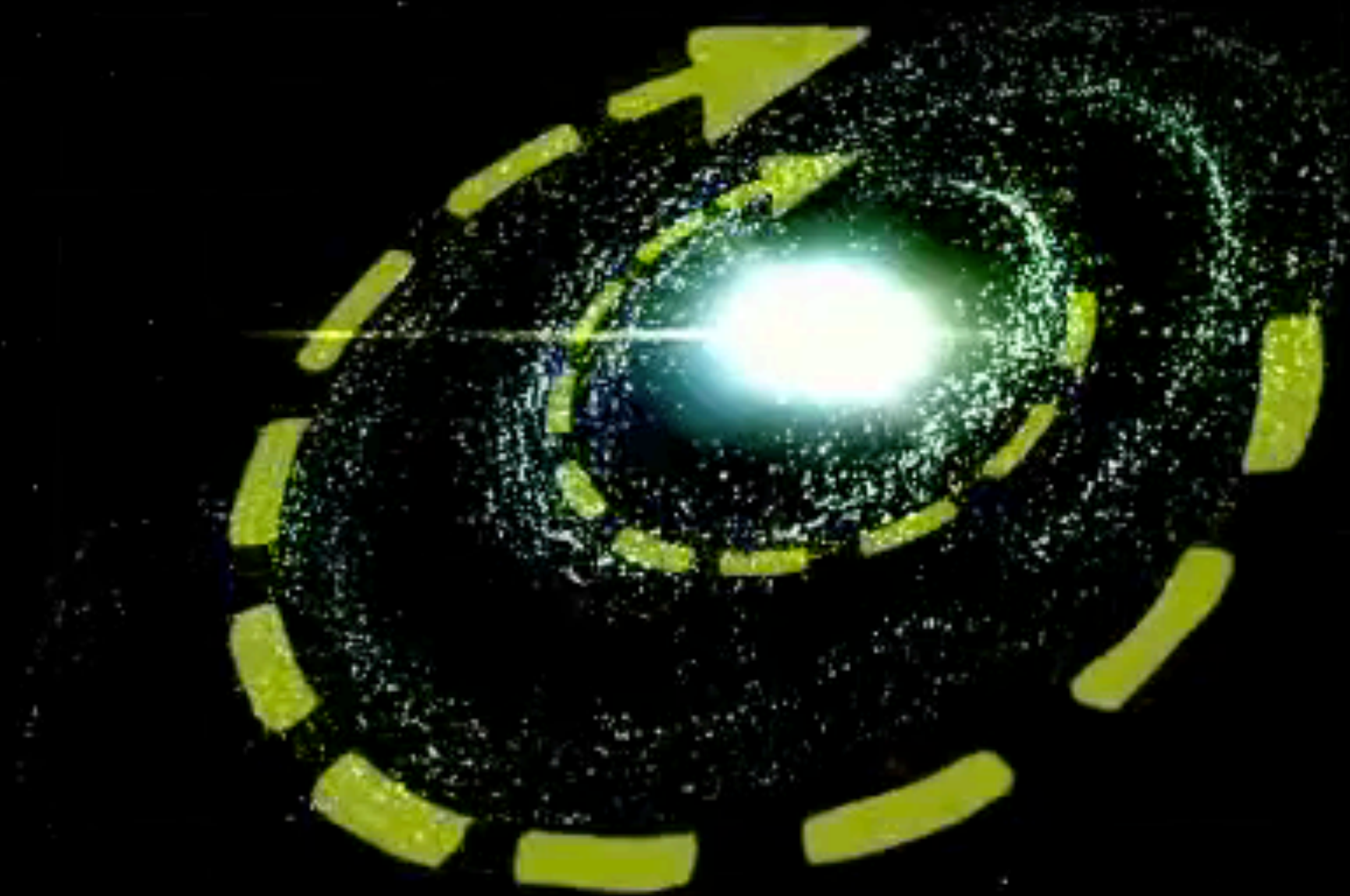
$$T^2 = Kr^3$$

**velocità diminuisce
all'aumentare della
distanza**

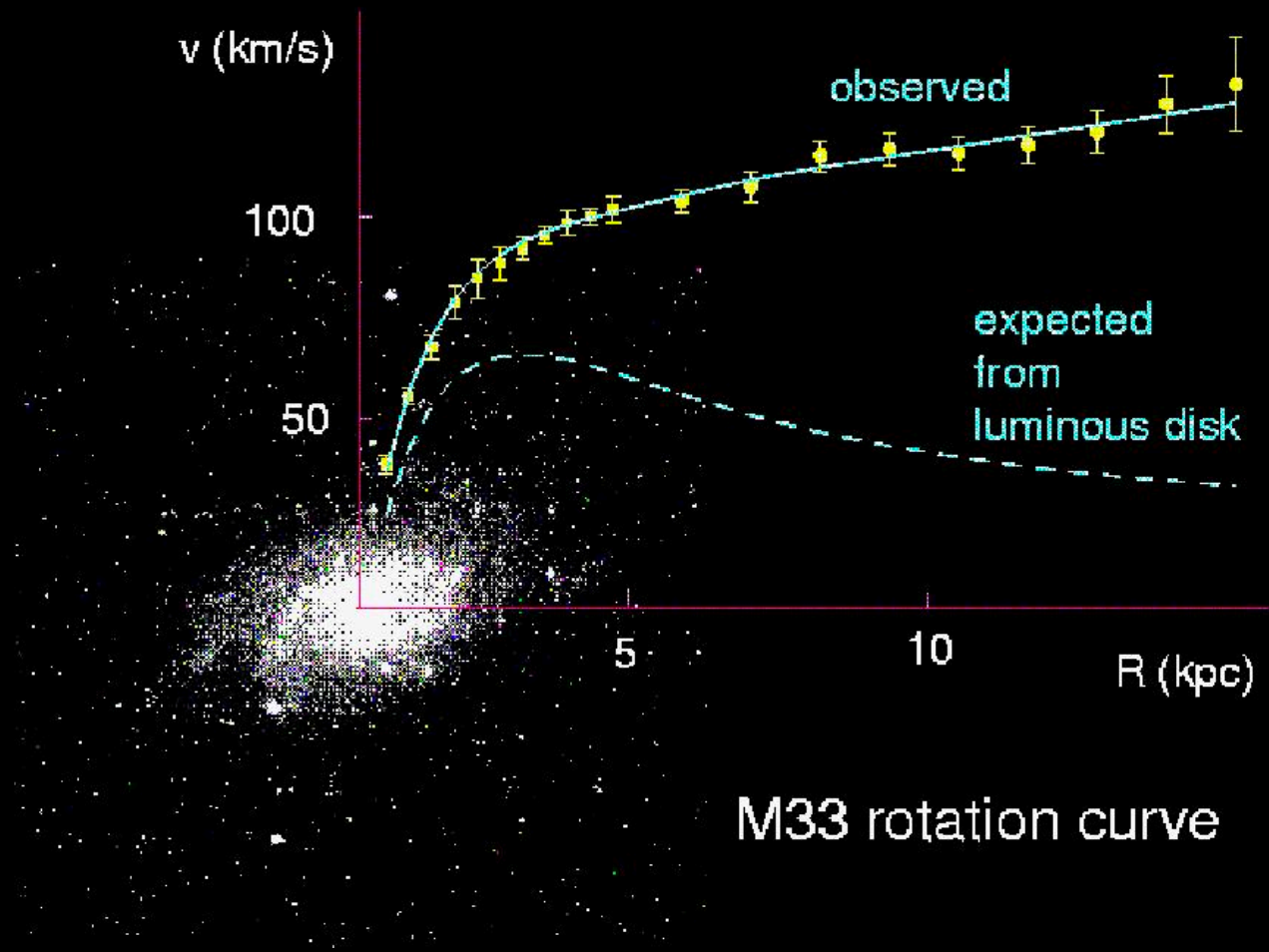
Osservazioni
astrofisiche:
velocità costante!



Misura della velocità di rotazione delle stelle in una galassia



Misura della velocità di rotazione delle stelle in una galassia



Forza centrifuga

Forza gravitazionale

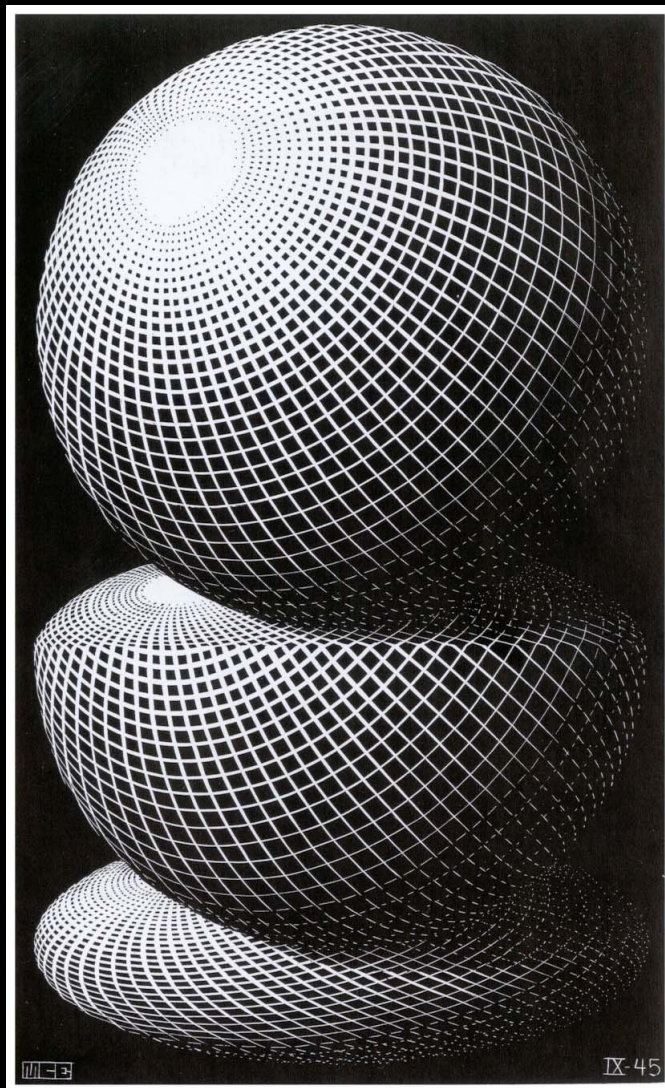
$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{M_r m}{r^2}$$

“Vedere” la Materia Oscura Lenti Gravitazionali

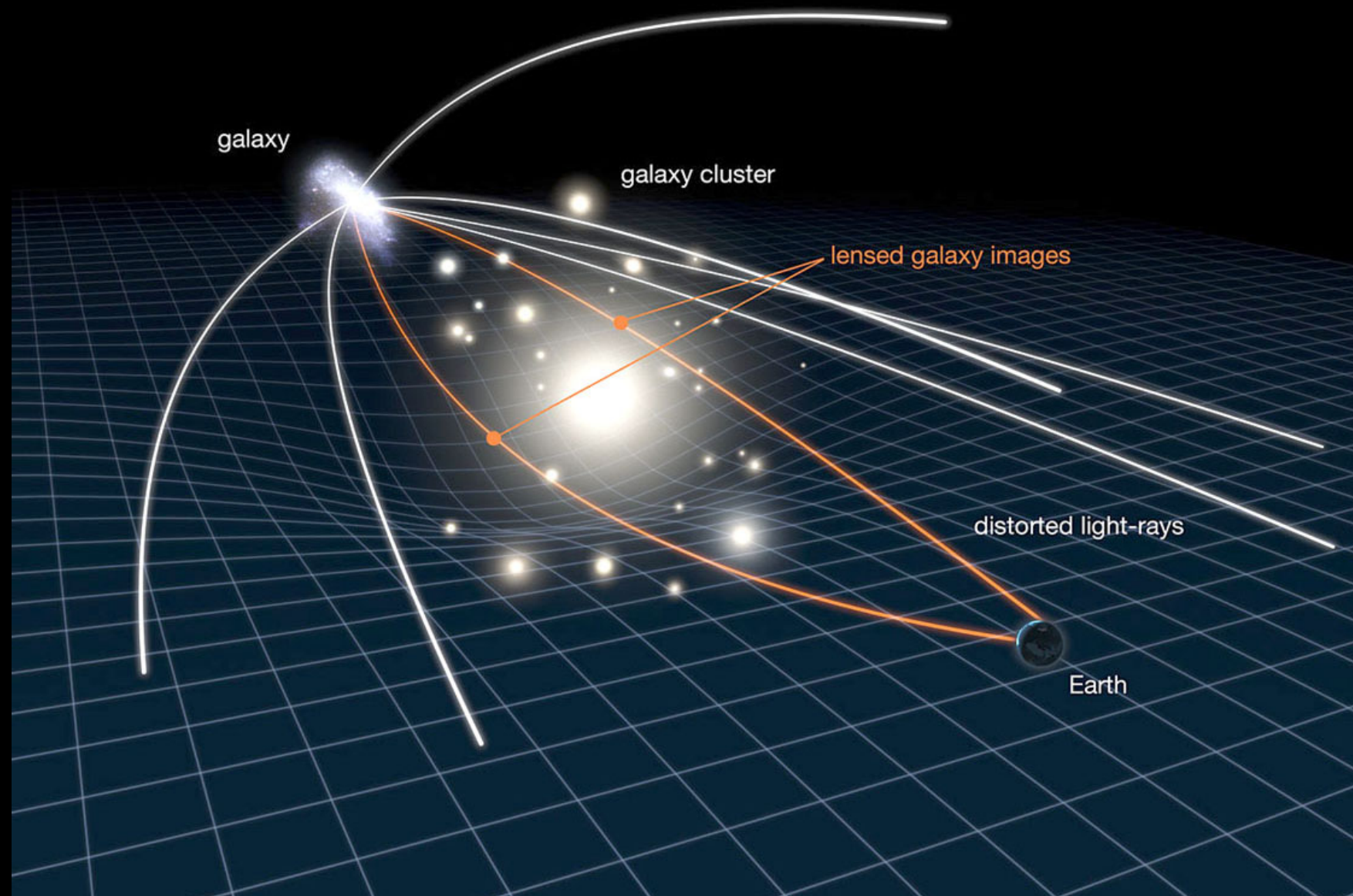
$$R_{ab} - \frac{1}{2}Rg_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{ab}$$

ALBERT EINSTEIN'S GENERAL THEORY OF RELATIVITY, 1916


Equazione di Einstein
Teoria della Relatività Generale



M. C. Escher
“Tre sfere” (1945)

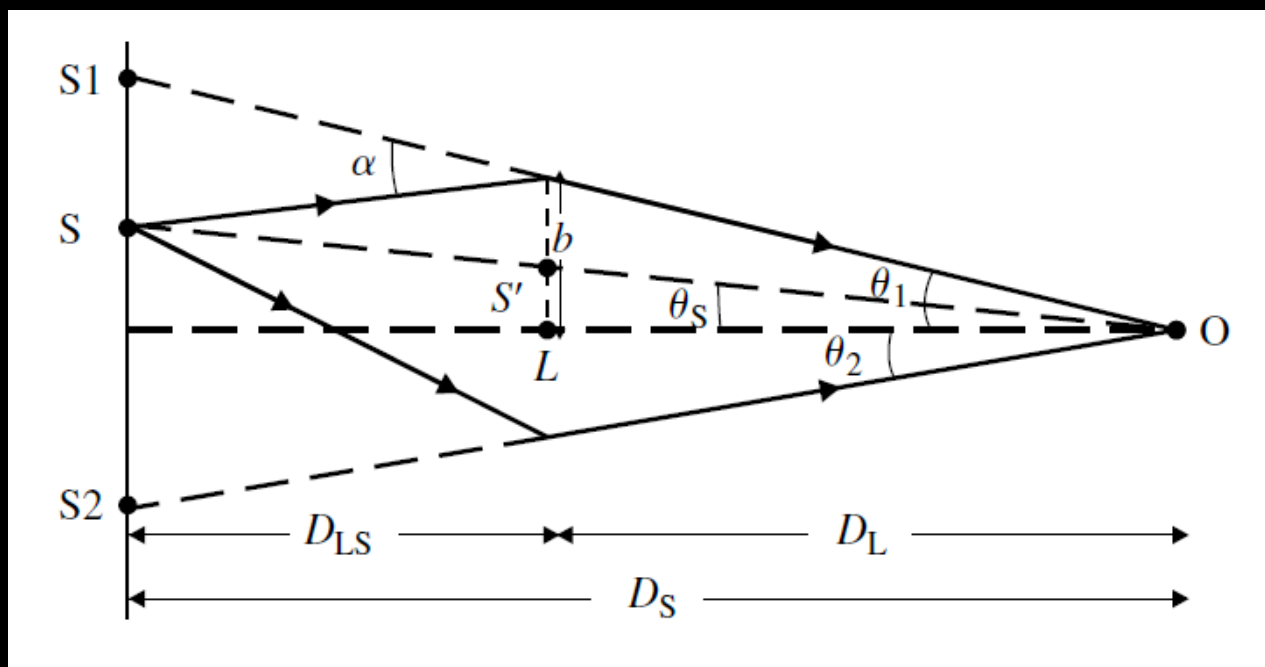
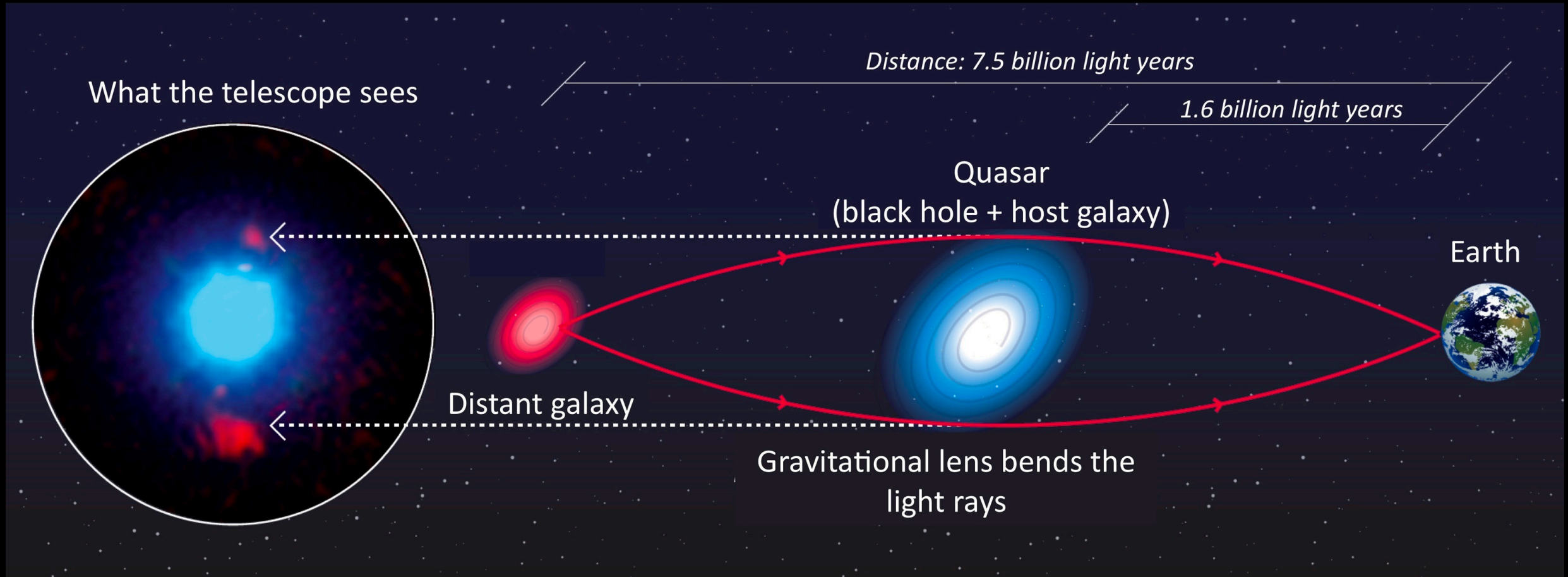


Lenti Gravitazionali



Un effetto ottico della
Materia Oscura

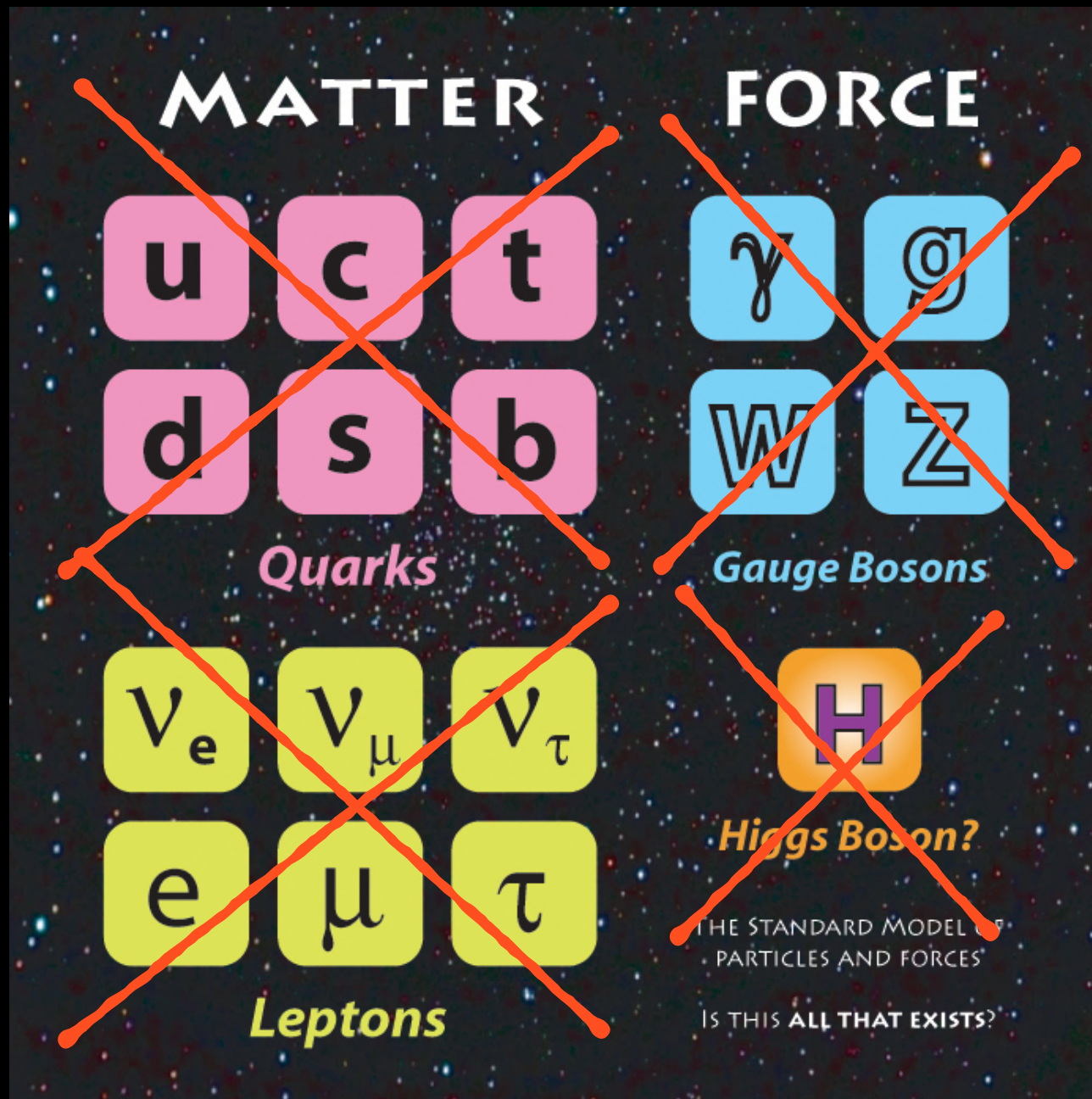
Lenti Gravitazionali



$$\theta_1 = \left(\frac{4GM}{c^2} \frac{D_{LS}}{D_S D_L} \right)^{1/2}$$

NON

Di cosa è fatta la Materia Oscura?



Di cosa è fatta la Materia Oscura?



Come gli antichi geografi...

THE PSALTER MAP, RECTO;
LONDON, B.L.MS ADDITIONAL 28681, FOL. 9V; C.1260-65



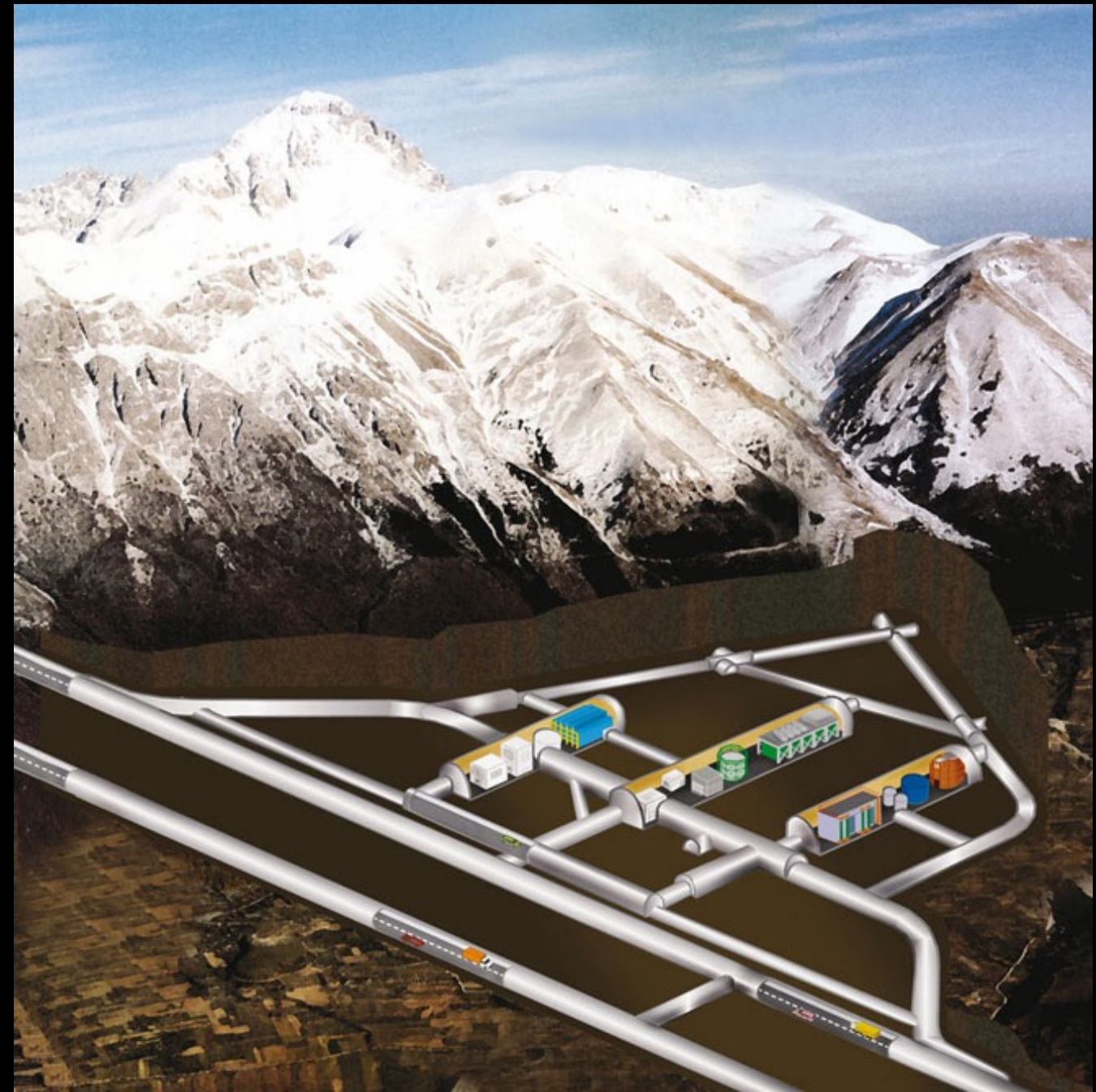
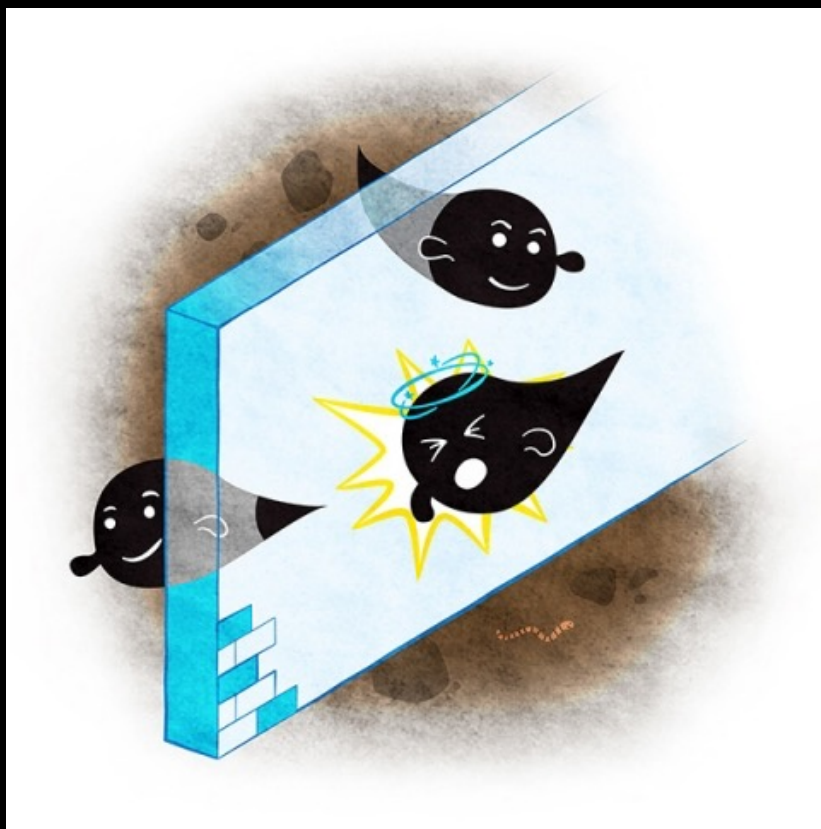
“Così i geografi sulle mappe dell’Africa con immagini di selvaggi riempiono le parti mancanti, e sulle lande inabitabili, in mancanza di città, disegnano elefanti”
J. Swift (1667-1745)



Psalter map, disegnata nel 1260, conservata presso la British Library a Londra

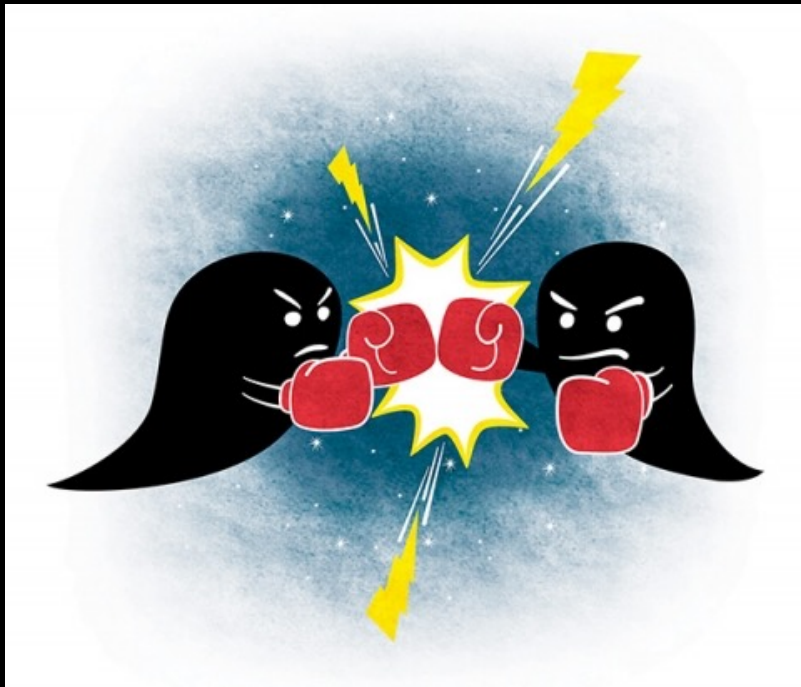
Alla ricerca di Materia Oscura (I)

Nei laboratori sotterranei si cercano urti di particelle di Materia Oscura con rivelatori dotati di una precisione mai raggiunta prima



Laboratori Nazionali INFN del Gran Sasso

Alla ricerca di Materia Oscura (II)

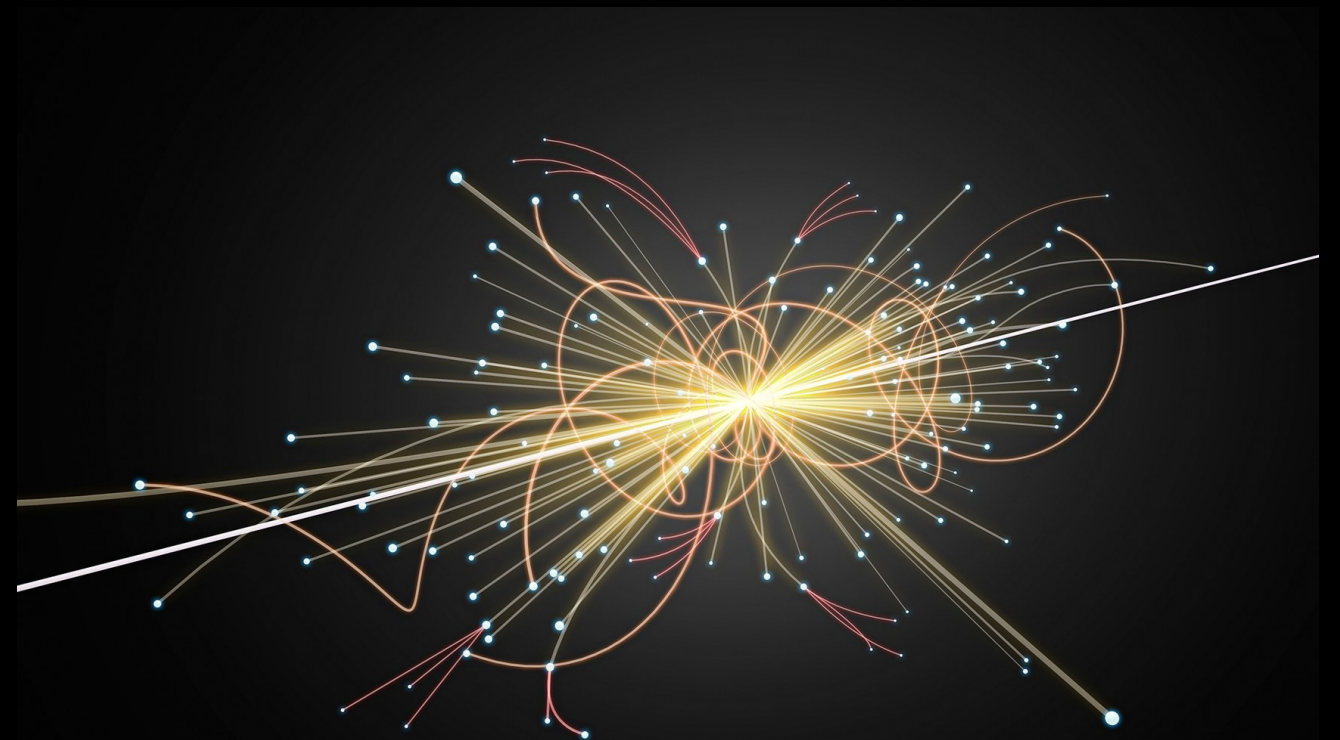
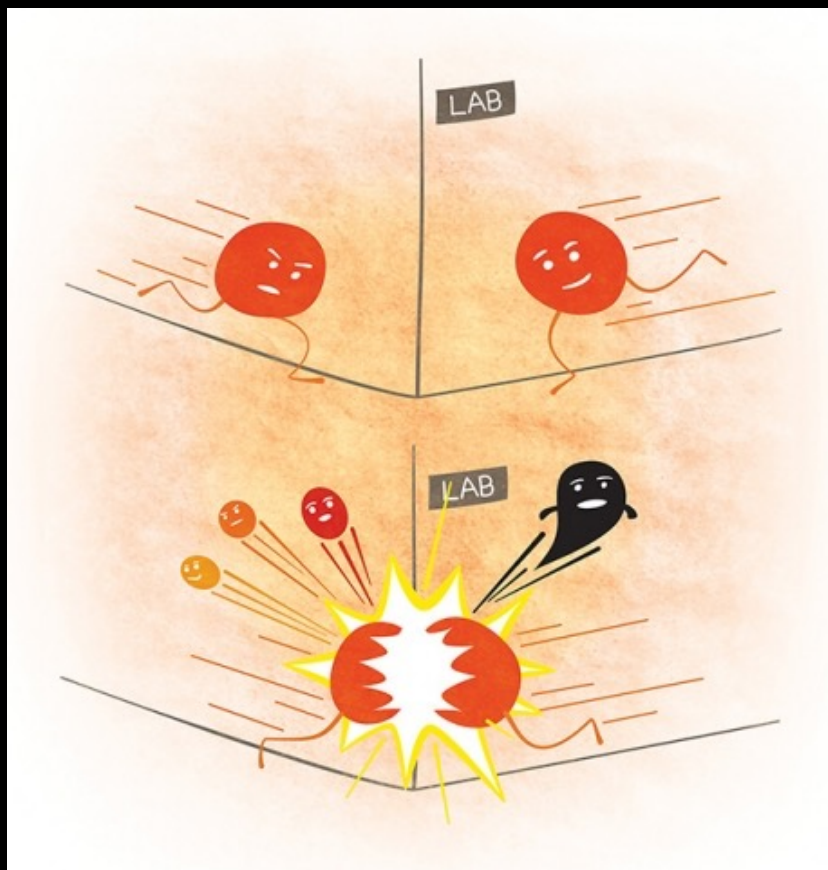
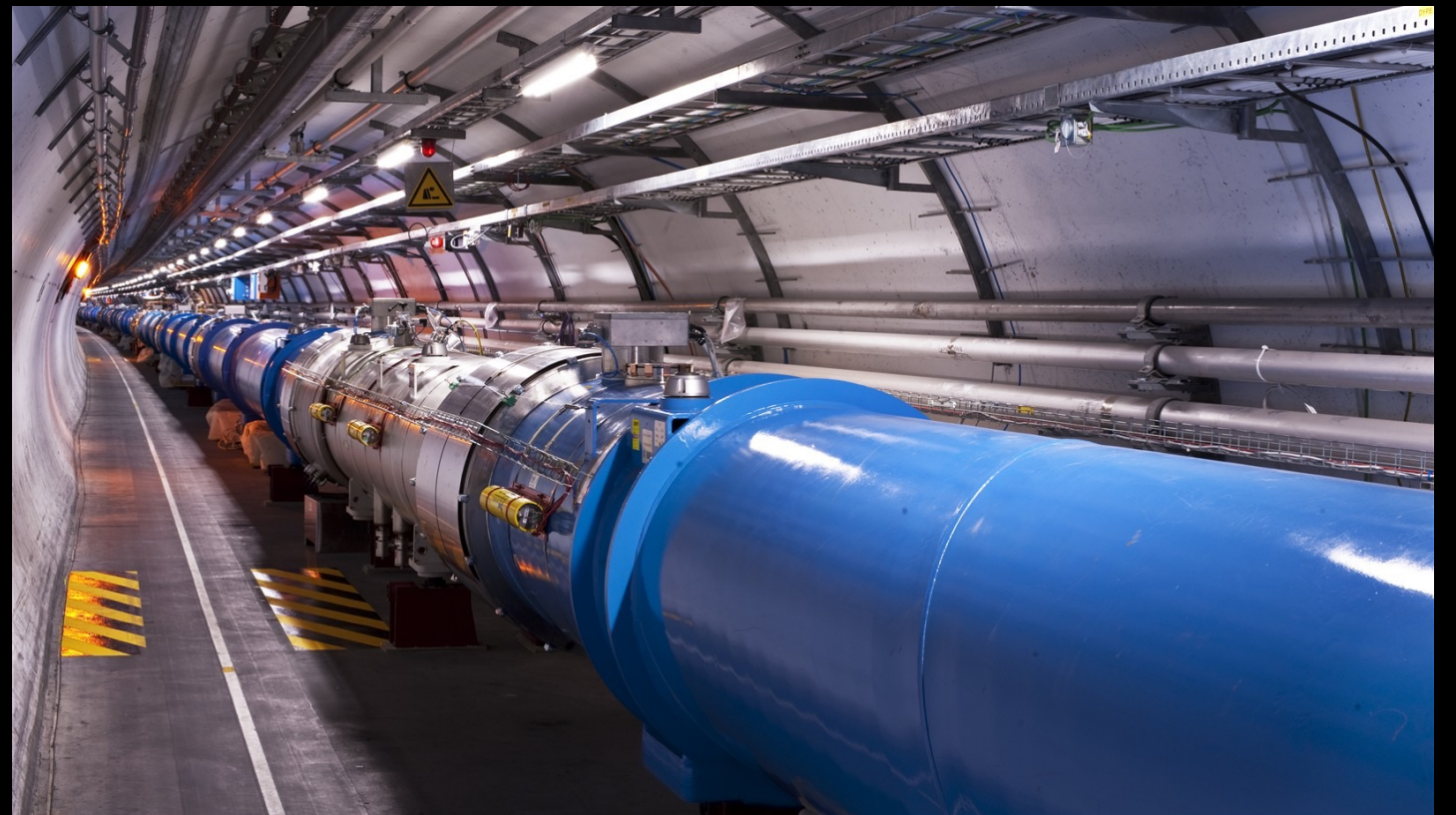


Con i satelliti in orbita intorno alla Terra si cercano particelle visibili prodotti nelle collisioni di Materia Oscura nell'Universo



Alla ricerca di Materia Oscura (III)

Con gli acceleratori di particelle (LHC) si cercano particelle di Materia Oscura prodotte nell'urto di protoni



“Quello che è più incomprensibile è che ci sia
ancora qualcosa di comprensibile”
(Albert Einstein)

