

100 anni di Universo in espansione

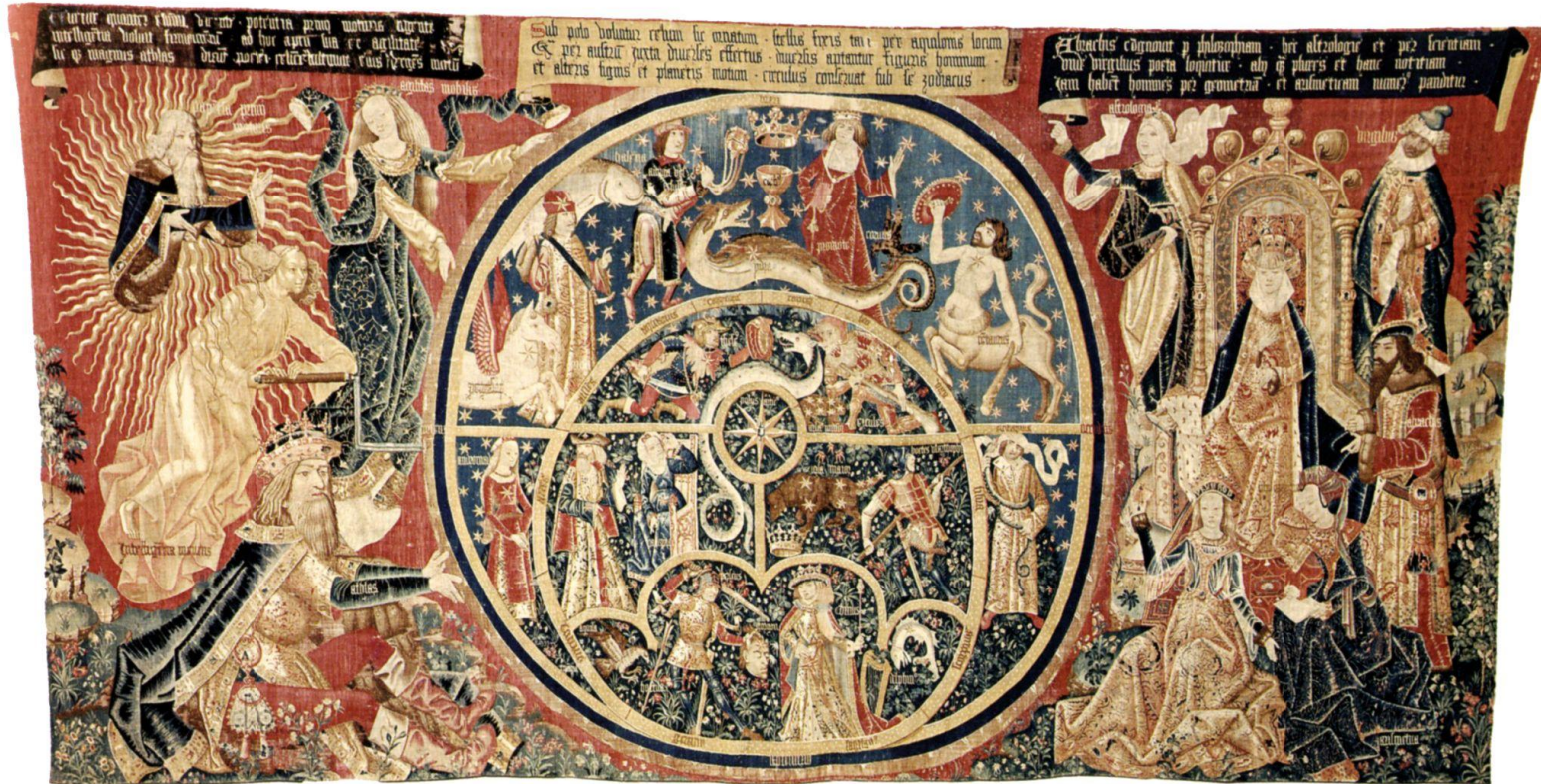
Enrico Chiaretti

Anniversario 1925 - 2025

come è cambiata la visione del Cosmo grazie al lavoro di Edwin Hubble.

Com'era l'Universo "prima"

Arazzo con Angeli,
Cattedrale, Toledo



Arazzo con Angeli, (dettaglio)



X-Ray ^ Visualizza tutto

Good Omens

Stagione 2, Ep. 1 Capitolo 1 : L'arrivo



Acquista il libro

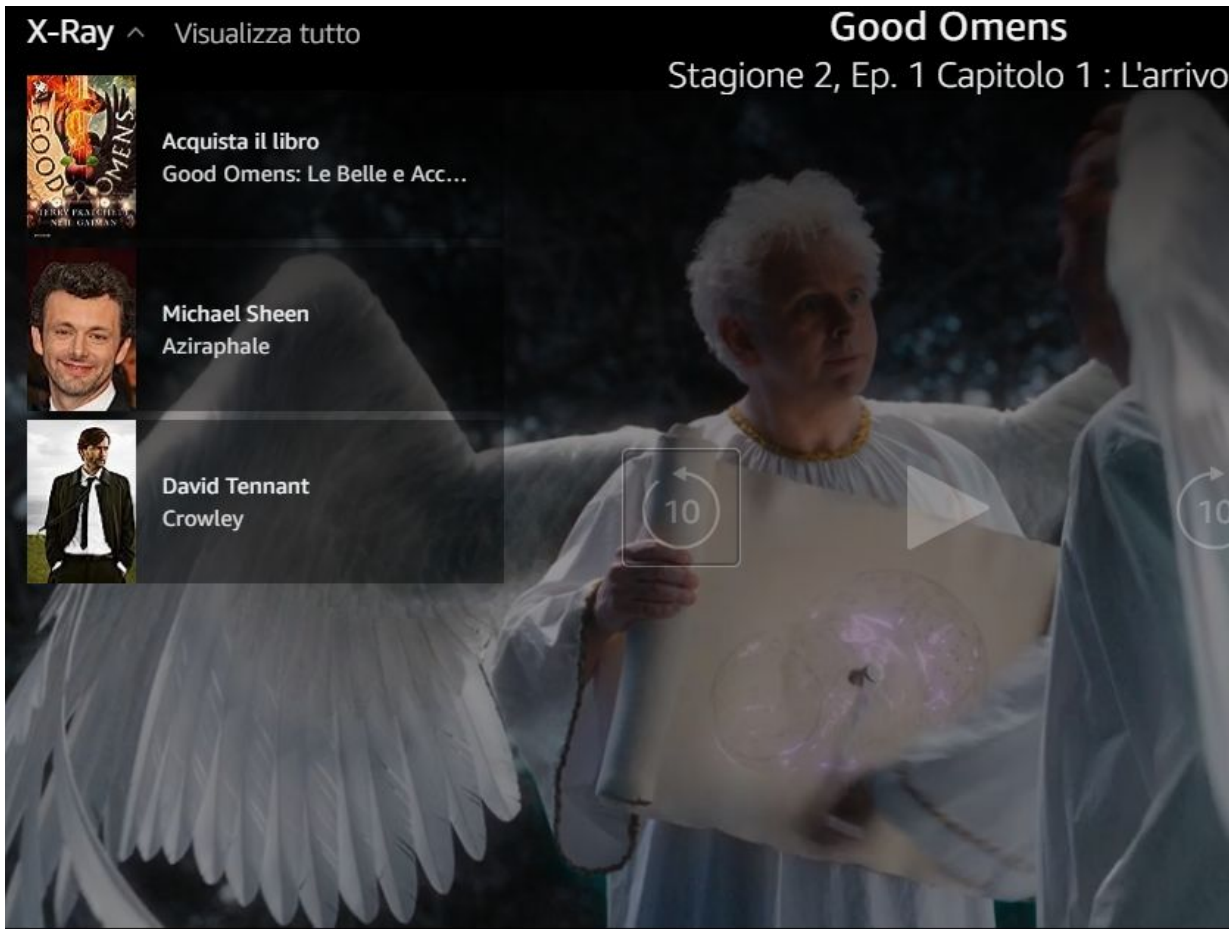
Good Omens: Le Belle e Acc...



Michael Sheen
Aziraphale

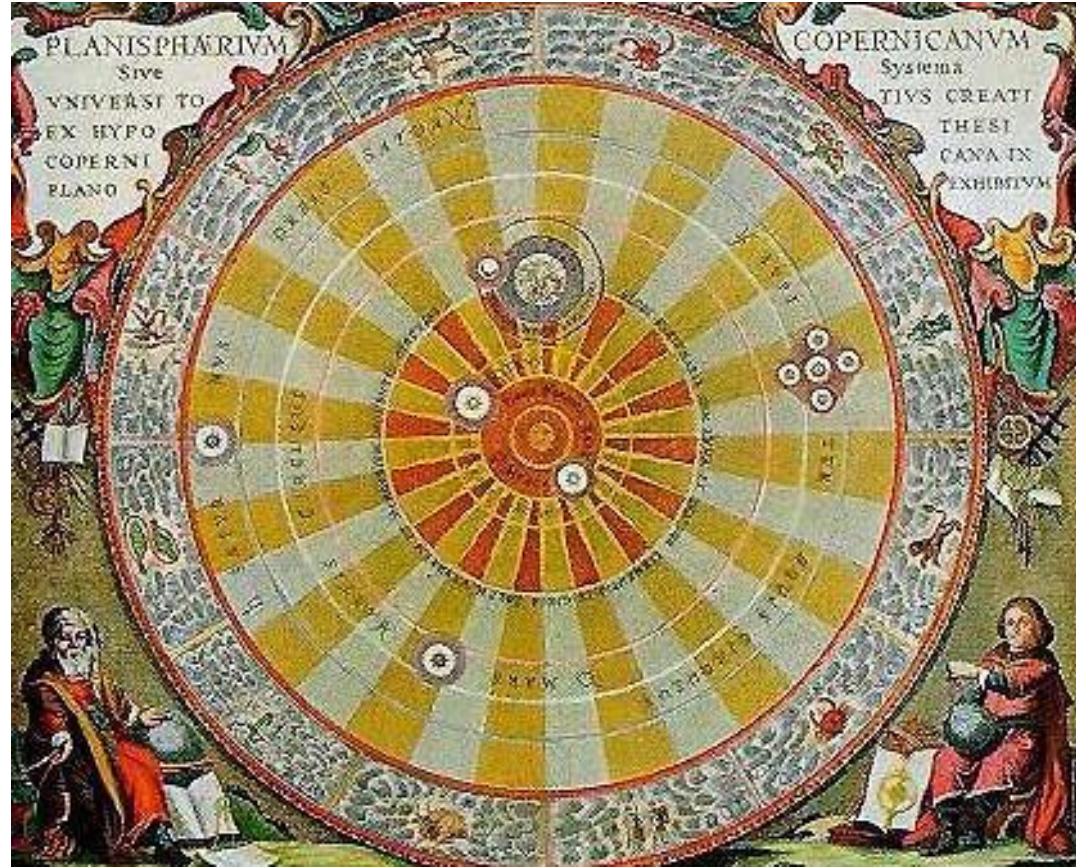
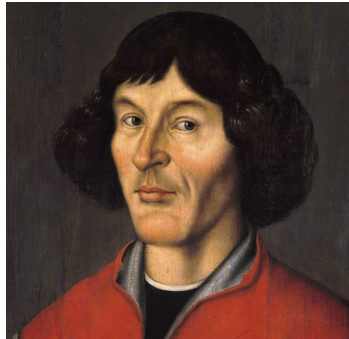


David Tennant
Crowley



L'intuizione di Copernico

Mikolaj Kopernik,
astronomo polacco,
ipotizzò che le stelle
fossero lontanissime,
perché non riuscì a
misurarne la parallasse.

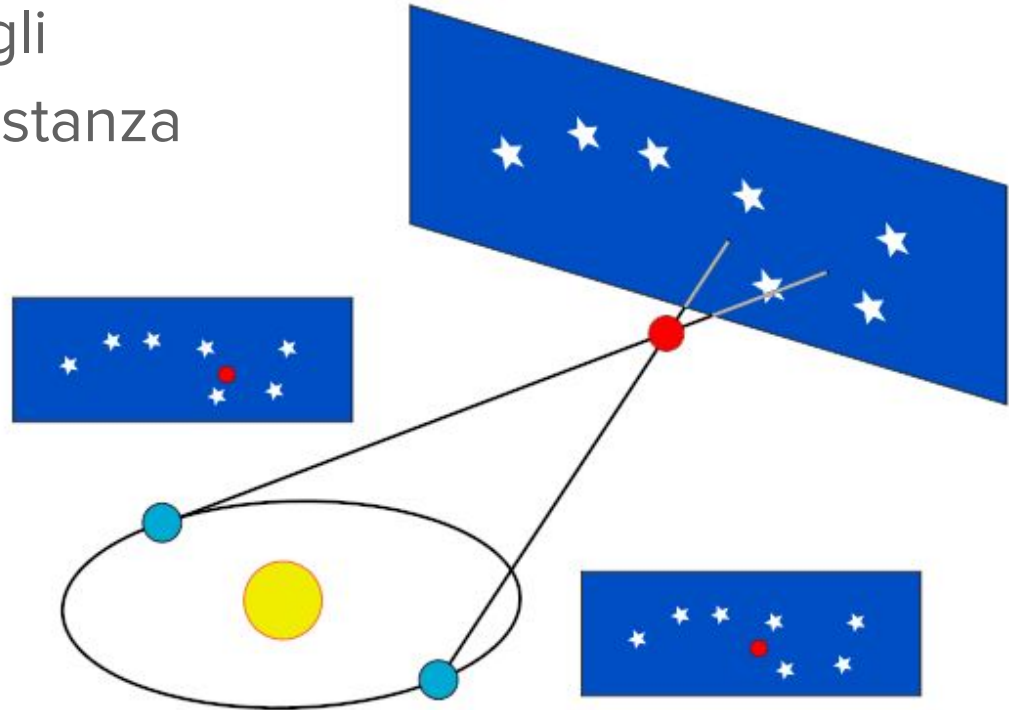


Un cenno sulla parallasse

Si tratta del metodo geometrico della triangolazione, applicato dagli astronomi per calcolare la distanza delle stelle.

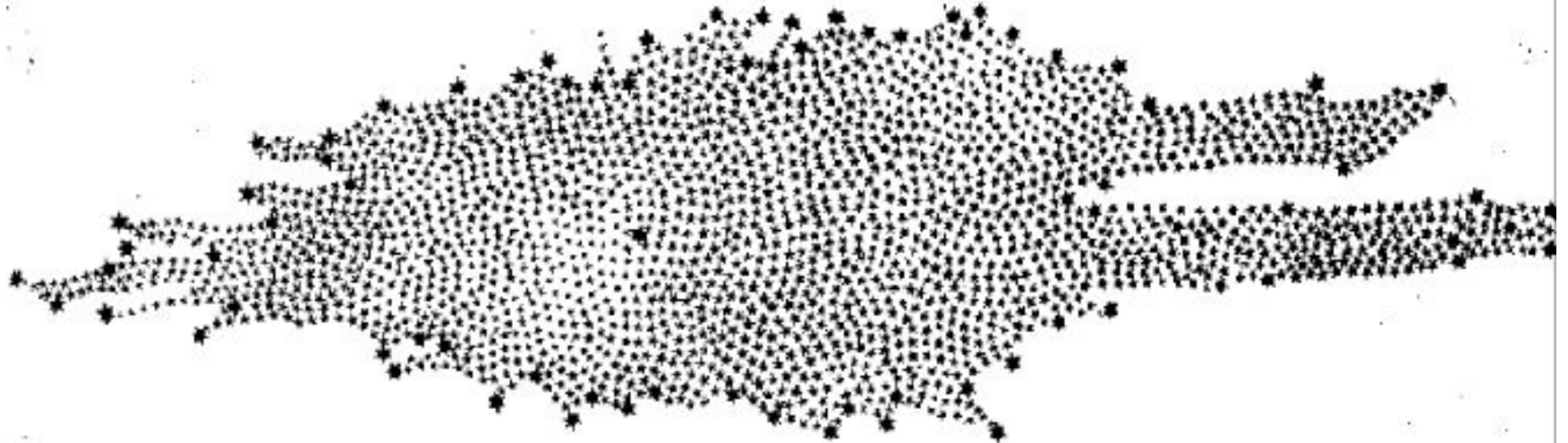
Si misura in secondi d'arco.

P. 1 arcsec \Leftrightarrow 3,26 anni luce



Una stima moderna

Sir William Herschel (padre di John) e Caroline Herschel stimarono la forma dell'Universo, nel 1785.



Il grande dibattito (26 aprile 1920)

Allo Smithsonian Museum of Natural History si tenne un dibattito, in cui Harlow Shapley sostenne che le nebulose a spirale sono parti della Via Lattea mentre Heber Curtis sostenne che fossero galassie lontane.



Nebulose M57 e IC 1296 (Capella Observatory)

Contemporaneamente...-----

I quanti di energia di Max Planck (1900)

Le trasformazioni di Hendrik A. Lorentz (1892 / 1904)

L'effetto fotoelettrico di Albert Einstein (1921)

Ripresa della via lattea oppure
di tante galassie a spirale (foto
di [M13](#) e [M22](#) e [M102](#) -

L'età della Terra

Per Arcivescovo James Ussher (1650) la Terra fu creata il 22 ottobre 4004 ac.

10 o 20 milioni di anni (Kelvin-Helmholtz)

Arthur Holmes (1913) stima 1,6 miliardi di anni (Radiodatazione U-Pb).

Clair C. Patterson ottiene 4.5 miliardi di anni solo nel 1956.



L'età del Sole

Che cosa mantiene accesi il Sole e le stelle?

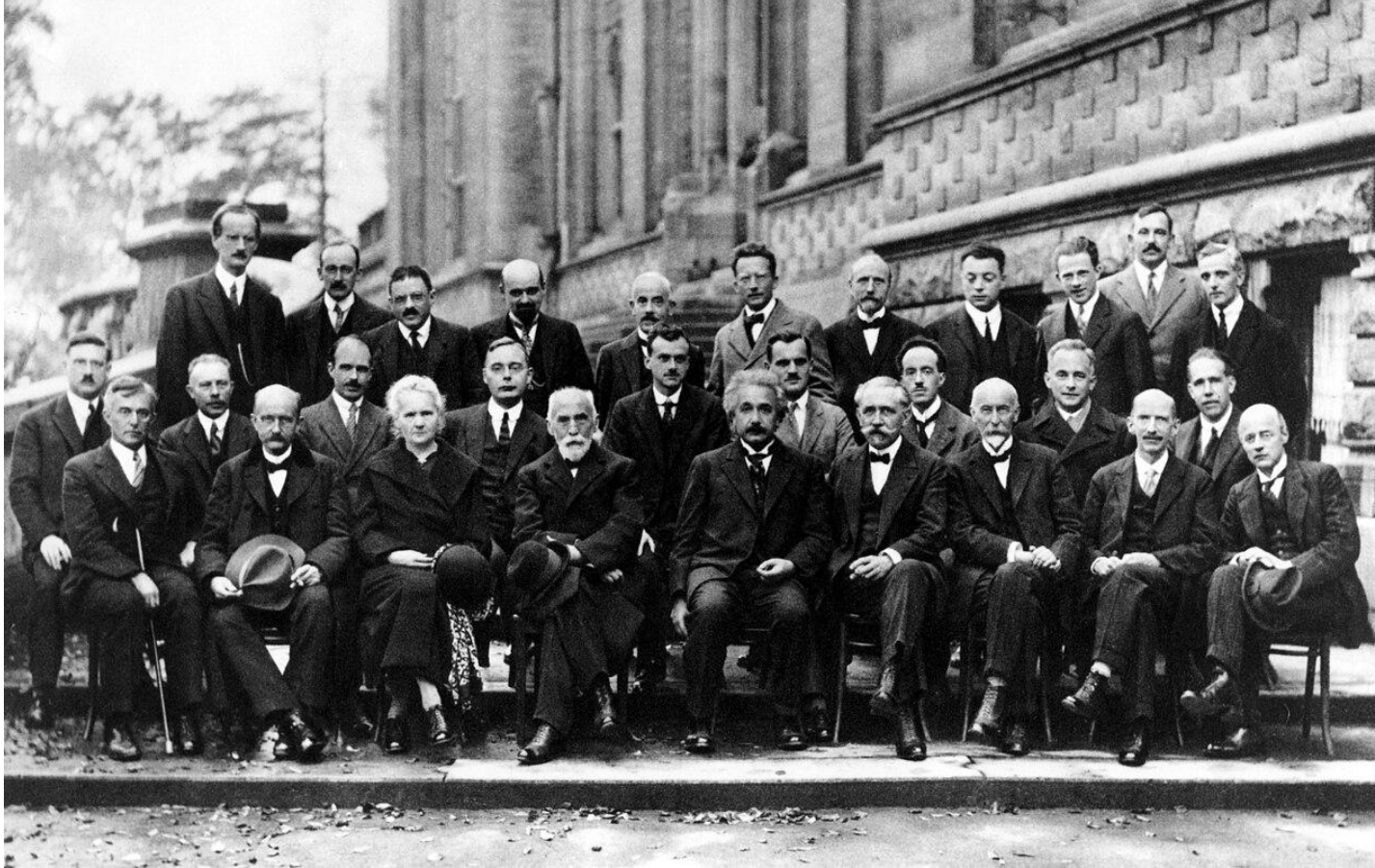
Petrolio 4500 anni.

Compressione adiabatica 20 milioni di anni
(Kelvin-Helmholtz)

Fusione nucleare 10 miliardi di anni (Sir
Arthur Eddington 1920, Hans Bethe 1938)

qui ci vuole un
dettaglio del sole,
oppure il transito di
Venere

La conferenza di Solvay (1927)



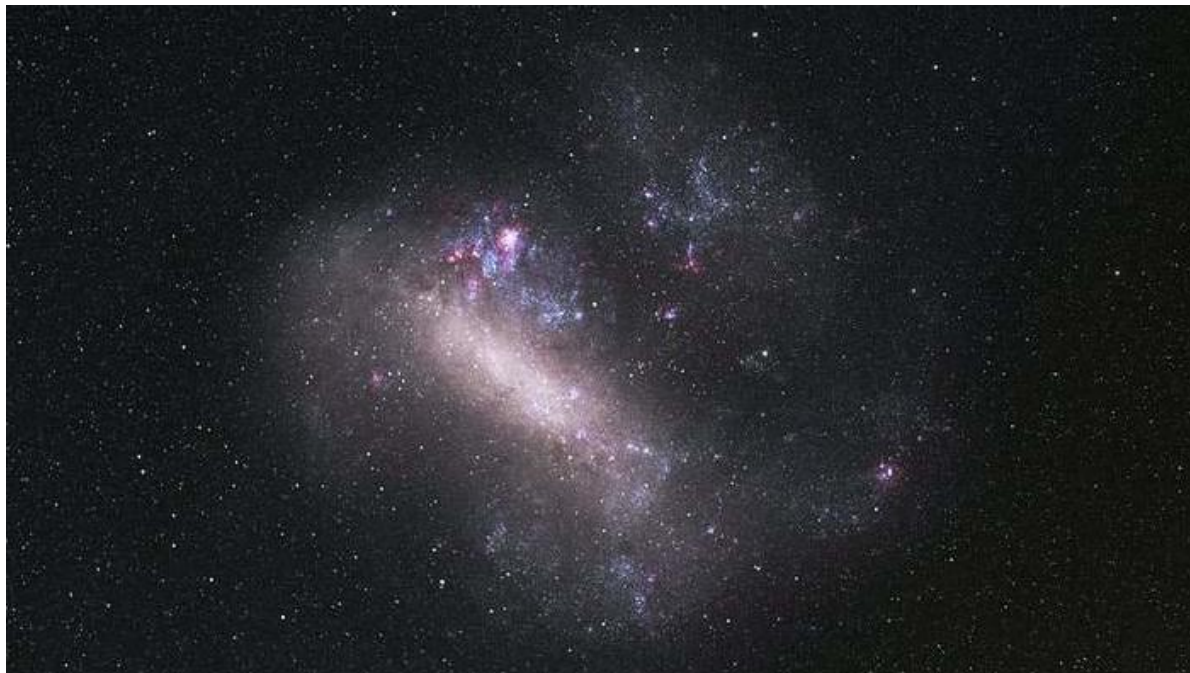
Fila posteriore: A. Piccard, E. Henriot, P. Ehrenfest, E. Herzen, Th. de Donder, E. Schrödinger, J. E. Verschaffelt, W. Pauli, W. Heisenberg, R. H. Fowler, L. Brillouin;

Fila centrale: P. Debye, M. Knudsen, W.L. Bragg, H. A. Kramers, P. A. M. Dirac, A. H. Compton, L. de Broglie, M. Born, N. Bohr;

Prima fila: I. Langmuir, M. Planck, M. Curie, H.A. Lorentz, A. Einstein, P. Langevin, Ch.-E. Guye, C. T. R. Wilson, O. W. Richardson

Le variabili cefeidi, candele universali

Henrietta Swan Leavitt fa una scoperta fondamentale, analizzando le foto della Grande Nube di Magellano (1908-1912)



La recessione universale

Con i dati sulle galassie registrati da Slipher e Humason (refshift) e i propri (distanze), Hubble scopre la recessione universale (1929)

L'universo si allarga a 6M a.l.

Lemaitre avanza l'ipotesi dell'atomo primordiale, ribattezzata in "big bang"

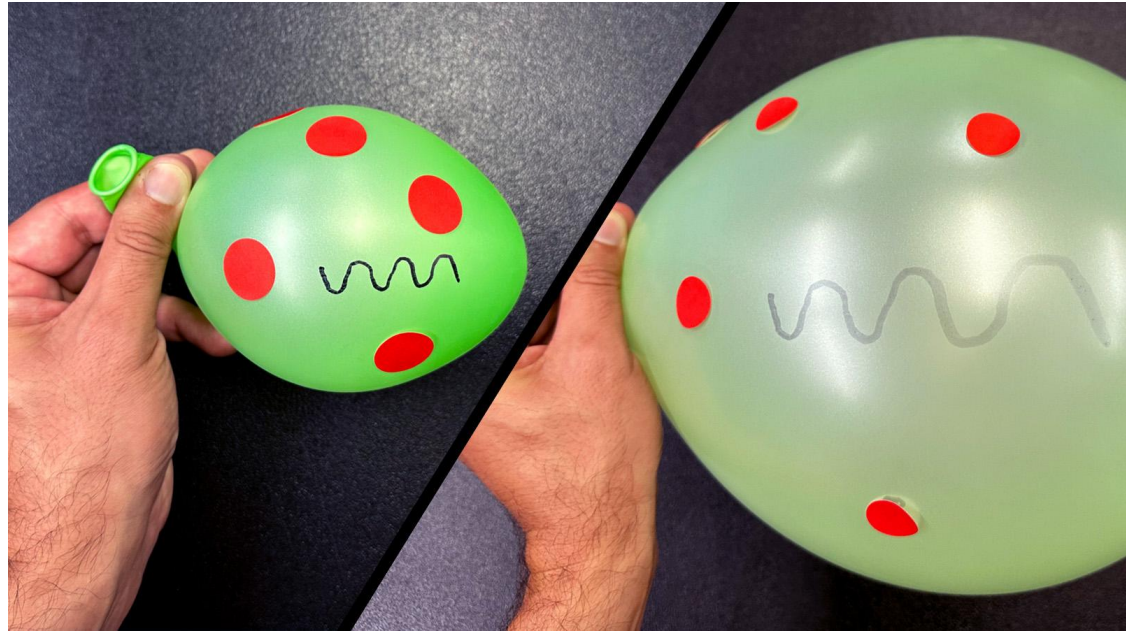
Prima stima della costante di Hubble ($500\text{km/s}\cdot\text{Mpc}$)



SN2025rbs in NGC7331

Big Bang

Questa è una celebre immagine, presa dal sito NASA / JPL



L'universo è come un palloncino che si espande in tutte le direzioni, ma le singole galassie non si disgregano, tenute insieme dalla gravità. Più sono lontane, più sono veloci. Invece, le onde luminose si dilatano, percorrendo lo spazio.

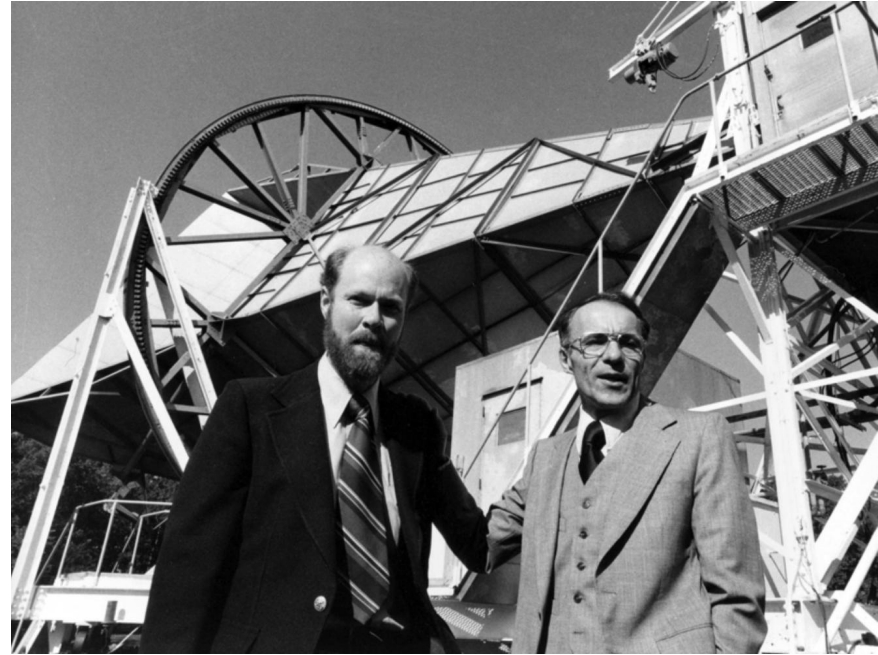
Big Bang (bis)

Il modello di Hubble - Lemaitre fa importanti predizioni:

- recessione universale
- stima dell'età dell'universo
- abbondanze degli elementi chimici
- radiazione cosmica di fondo
- fondo cosmico di neutrini
- buchi neri primordiali

in nero: predizioni da verificare

in verde: predizioni confermate



A. Penzias e R. Wilson, davanti all'antenna Bell (1964)

Big Bang (ter)

Nel corso dei decenni, molte informazioni convergono:

- più metodi convergono per costante H , stimata tra 67.4 e 73km/s MPC;
- età dell'Universo tra 13.5 e 14 miliardi di anni si accorda con l'età delle stelle più antiche
- l'universo è composto da H (75%), He (24%) et cetera (1%)

Il diametro dell'universo **osservabile** è 90 miliardi di anni luce.

> Fin qui, i dati sembrano piuttosto consistenti <

La materia mancante

Fritz Zwicky (1933) nota un problema osservando l'ammasso della Chioma di Berenice: le galassie sono troppo veloci.



La materia mancante (bis)

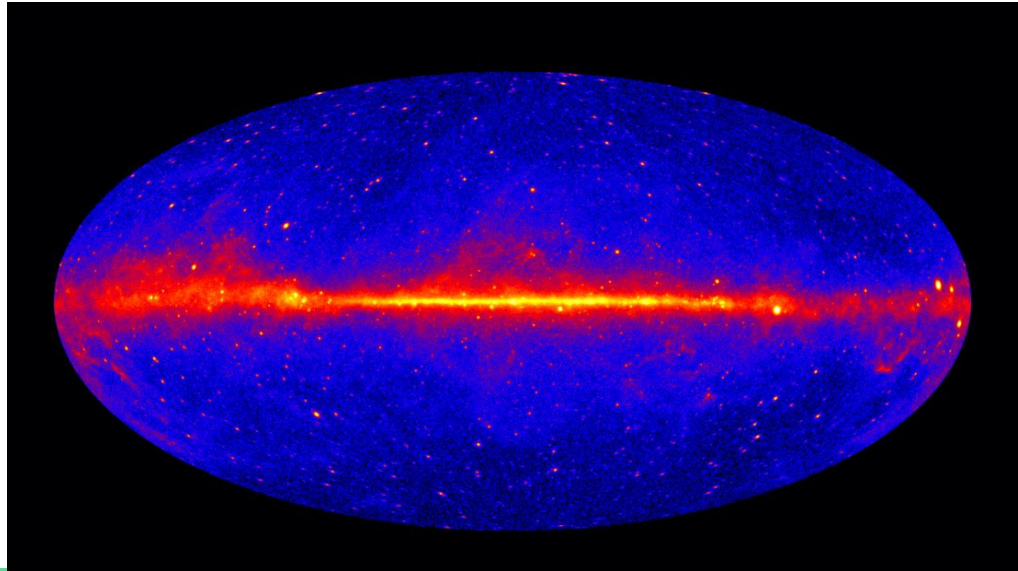
Vera Rubin e Kent Ford studiano
M31 ed NGC 3115 (anni '70)



La materia mancante (ter)

La materia oscura non si trova: tante ipotesi (neutrini sterili, particelle wimp, assioni, buchi neri). Eppure, quasi tutti gli esperimenti hanno dato esito negativo.

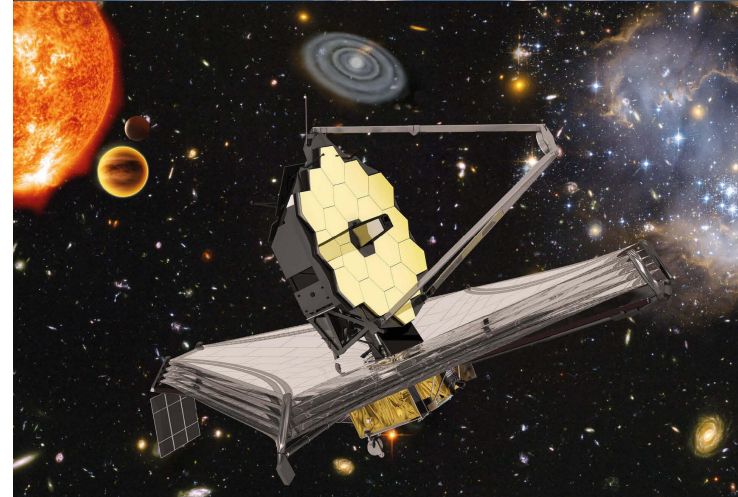
Indizi vengono da:
esperimento DAMA (segnale stagionale, dal 1996) e
Fermi-Glast (Galactic Centre GeV Excess, dal 2008).



L'eredità di Hubble

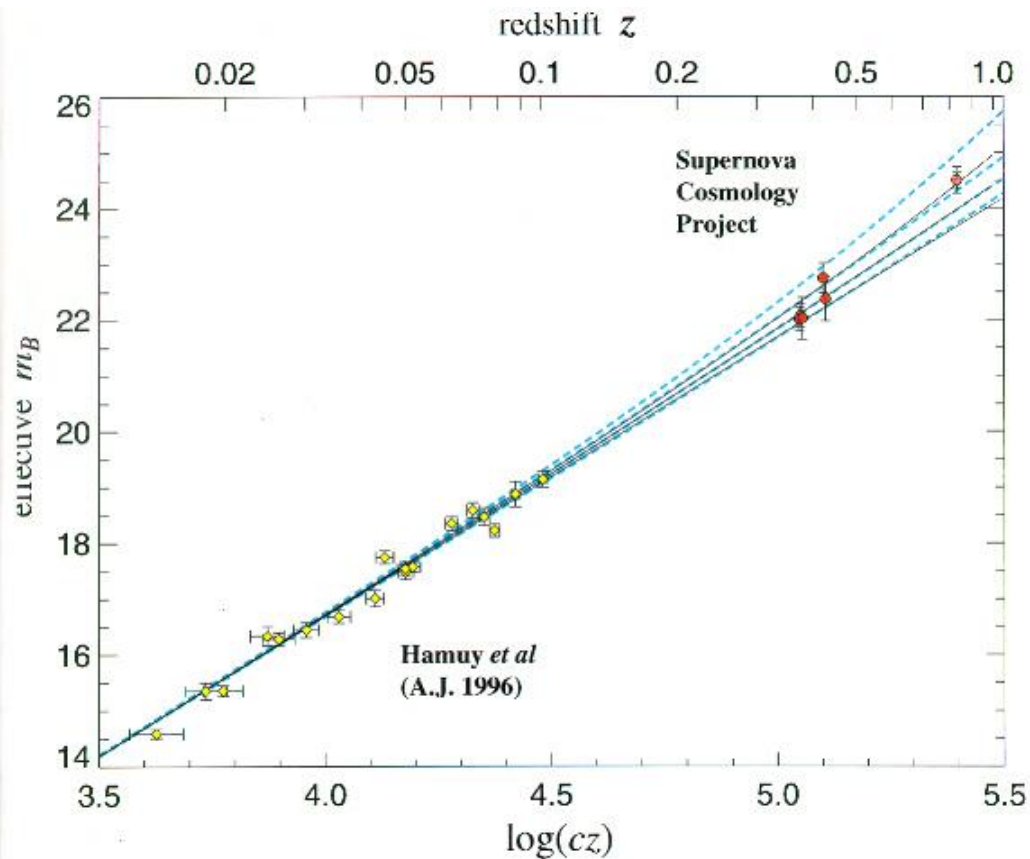
E. Hubble ha formulato il modello per classificare le galassie (turning fork).
Non esitò a riconoscere l'importanza del lavoro delle donne per le sue scoperte.

Il telescopio spaziale Hubble ha
espanso l'universo a $z=11$ / 32G al.
Il suo sviluppo ha avuto ricadute in
moltissimi ambiti della tecnologia.
Il suo successore James Webb T. è
arrivato a $z=14.0$ / 34G al.



L'espansione accelerata (dark energy)

Nel 1998, Supernova Cosmology Project, (S. Perlmutter) e High-z Supernova Search Team, (B. P. Schmidt e A. G. Riess) fanno un annuncio sconcertante: le galassie lontane si allontanano più velocemente del previsto.



Ai confini della ricerca

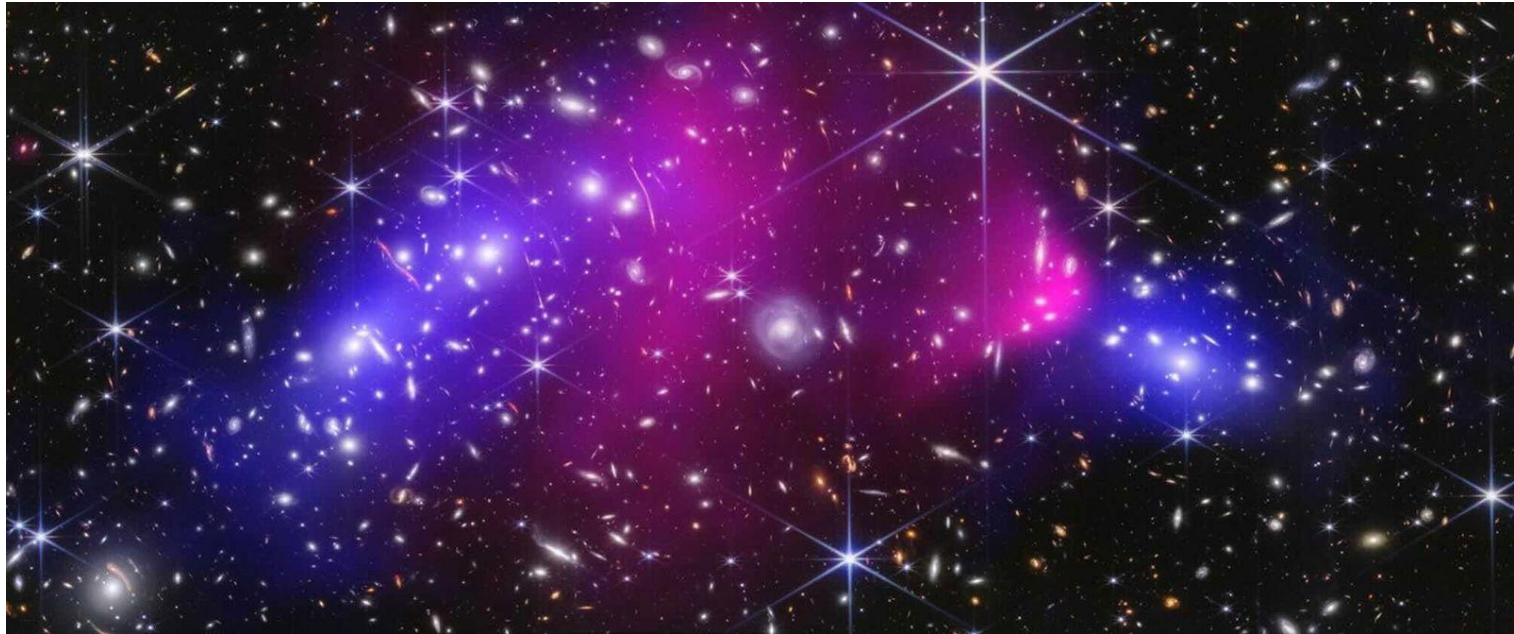
Ipotesi e proposte recenti:

- MOND - gravitazione modificata (M. Milgrom)
- Timescape - vuoti cosmici (Seifert - Wiltshire)
- Supernovae la inaffidabili (Y.-W. Lee)
- Universo in rotazione (D. Sasso)
- Correlazione buchi neri - energia oscura



MOND - RIP

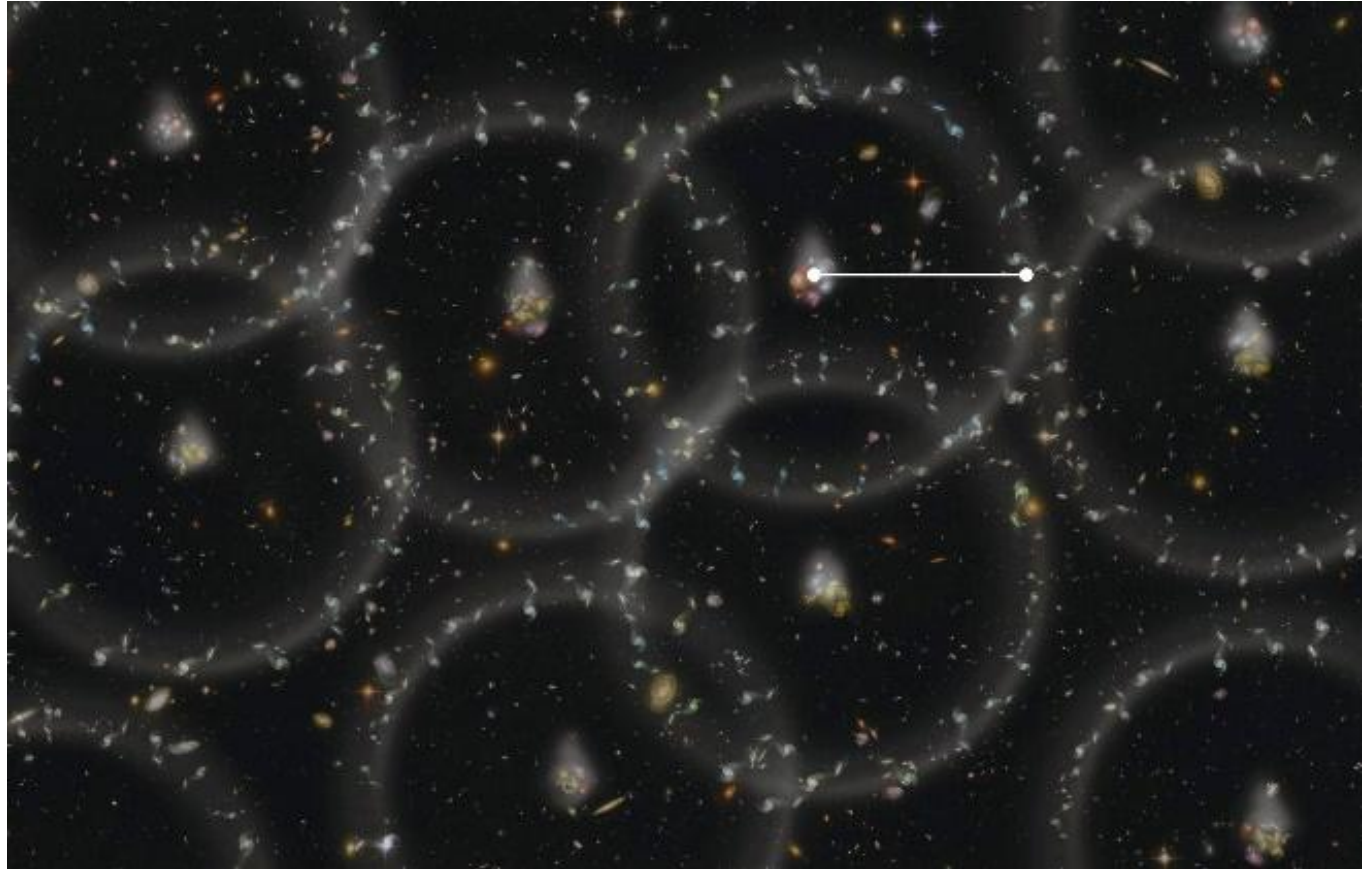
Mordehai Milgrom ipotizzò una teoria della gravità modificata, senza la necessità di introdurre materia oscura, oggi confutata.



Bullet cluster
JWT+Chandra
NASA / ESA)
materia barionica
materia oscura

Timescape (2007) - un modello senza energia oscura

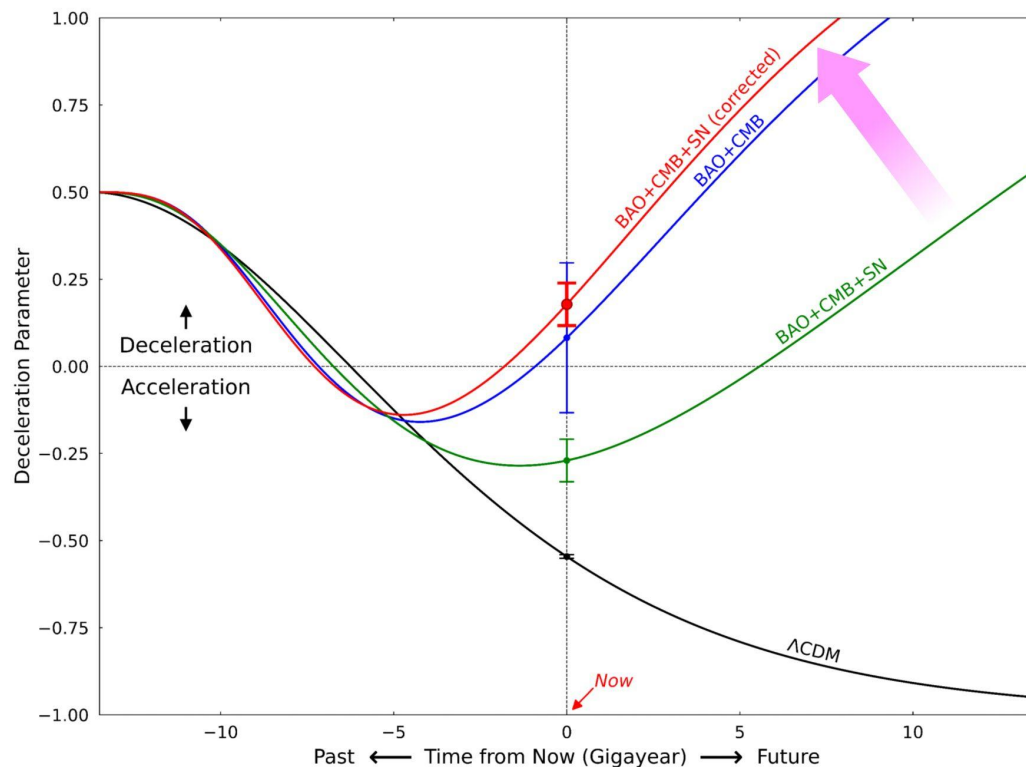
A. Seifert e D. Wiltshire propongono un modello di universo fatto di oscillazioni acustiche barioniche (BAO), cioè di gusci sferici in gran parte vuoti.



Il destino dell'universo (2025)

Young-Wook Lee (Università di Seoul) suggerisce che le misurazioni delle supernove di tipo 1a sono affette da un errore sistematico, causato da una differente composizione chimica delle stelle nel passato. L'energia oscura non sarebbe necessaria e l'universo starebbe già rallentando o persino in contrazione.

Credit: Son et al.



Grazie per l'attenzione