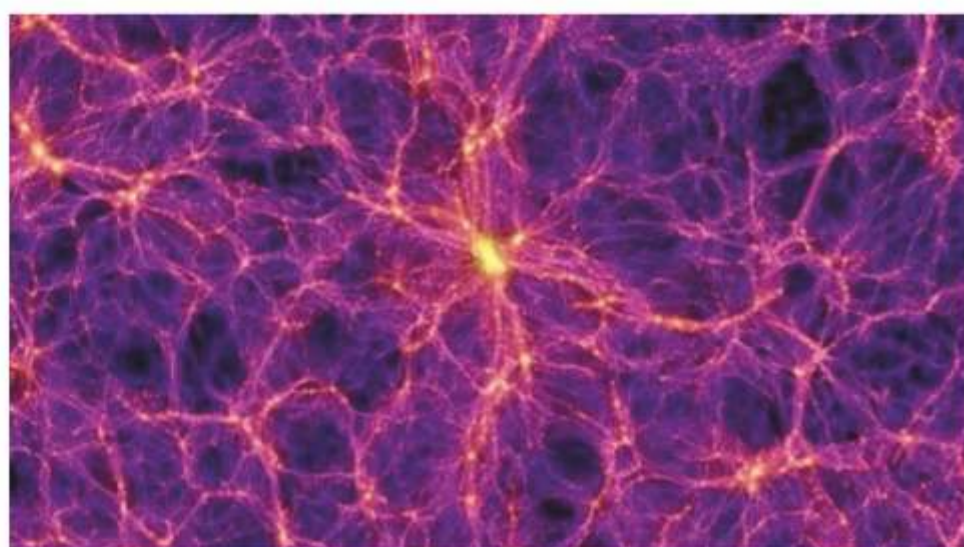


COSMIC WEB a cura di Roberto Perenna



Guardando il cielo notturno, sembra che le stelle e le galassie siano distribuite in modo più o meno casuale. In realtà l'universo mostra un aspetto schiumoso dovuto ad una struttura composta da galassie e gas che viene chiamata rete cosmica (Cosmic web).

La rete cosmica è composta da filamenti

interconnessi di galassie e gas separati da vuoti giganti. Il più grande di questi filamenti trovato finora è la Grande Muraglia Ercole-Corona Boreale, che è lunga ben 10 miliardi di anni luce e contiene diversi miliardi di galassie. Per quanto riguarda i vuoti, il più grande è il vuoto di Keenan, Barger e Cowie (KBC), che ha un diametro di 2 miliardi di anni luce. All'interno di un segmento del vuoto sferico KBC si trova la Via Lattea.

Finora gli astronomi conoscevano la rete cosmica limitatamente a poche regioni specifiche, in particolare in direzione dei quasar, la cui potente radiazione agisce come i fari delle automobili, rivelando nubi di gas lungo la linea di vista. Tuttavia, queste regioni non rivelano l'intera rete di filamenti, dove si formano le galassie. Recentemente è stata effettuata una mappatura più completa dai radioastronomi che lavorano al Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment (CHIME), rilevando l'emissione a 21 cm degli atomi di idrogeno neutro contenuti nelle nubi di gas.

Le prime immagini ottiche dettagliate della rete cosmica sono state catturate utilizzando lo strumento MUSE1 installato sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO in Cile. Gli astronomi hanno puntato il telescopio su una singola regione del cielo per oltre 140 ore. La regione selezionata fa parte del campo ultra-profondo di Hubble, che era l'immagine più profonda del cosmo mai ottenuta. L'intera campagna osservativa è durata otto mesi ai quali è seguito un anno di elaborazione dei dati che ha estratto la luce dei filamenti di idrogeno e le immagini di diversi filamenti che erano ad appena uno o due miliardi di anni dopo il Big Bang. La maggiore sorpresa è stata quando le simulazioni hanno mostrato che la luce del gas proveniva da una popolazione finora invisibile di miliardi di galassie nane che generano una miriade di stelle.

Tali galassie primordiali sono troppo deboli per essere rilevate individualmente con gli strumenti utilizzati finora, ma le prime immagini prodotte da JWST promettono di superare tali limiti osservativi, con significative ricadute sui modelli di formazione delle galassie e implicazioni che gli scienziati stanno appena iniziando a esplorare.

Secondo la meccanica quantistica lo spazio ha livelli di energia fluttuanti. Alle lunghezze di Planck, coppie di particelle e antiparticelle nascono spontaneamente di continuo e si annichilano a vicenda. Questa "ebollizione" dello spazio doveva avvenire anche nell'universo primordiale. Normalmente, queste coppie di particelle si distruggono a vicenda, ma la rapida espansione dell'universo primordiale (**inflazione cosmica**) avrebbe impedito che ciò accadesse. Con l'espansione dello spazio, aumentarono anche queste fluttuazioni, causando disomogeneità nella densità dell'universo.

Poiché la materia attrae la materia attraverso la gravità, tali disomogeneità sono in grado di spiegare perché la materia si è ammassata in alcuni punti e non in altri. Ma questo non spiega completamente la struttura della rete cosmica. Dopo il periodo inflazionistico (circa 10^{-32} secondi dopo il Big Bang), l'universo era pieno di plasma primordiale che si raggruppava a causa delle disomogeneità di cui sopra. Mentre questa materia si raggruppava insieme, creava una pressione che contrastava la gravità, dando luogo a increspature simili a un'onda sonora nella materia dell'universo. I fisici chiamano queste increspature **oscillazioni acustiche barioniche**.

Il modello cosmologico standard spiega tali increspature come dovute sia alla materia ordinaria (barionica) che alla materia oscura. La materia oscura interagisce solo attraverso la gravità, quindi la pressione che causa queste increspature non la influenza e la materia oscura rimane ferma al centro dell'increspatura. La materia barionica subisce invece l'espulsione verso l'esterno. Poco meno di 400.000 anni dopo il Big Bang, l'universo si è raffreddato abbastanza affinché la pressione che spinge fuori la materia ordinaria venga meno, attraverso un processo chiamato **disaccoppiamento dei fotoni**.

A quel punto una parte della materia ordinaria ha trovato la sua strada verso il centro dell'increspatura a causa dell'attrazione gravitazionale della materia oscura. Il risultato è una struttura ad occhio di bue: materia nel mezzo e materia in un anello intorno al centro. Per questo motivo, i fisici sanno che è più probabile trovare una galassia a 500 milioni di anni luce di distanza da un'altra galassia piuttosto che trovarne una a 400 o 600 milioni di anni luce di distanza. In poche parole, le galassie tendono a trovarsi negli anelli esterni di questi occhi di bue cosmici.

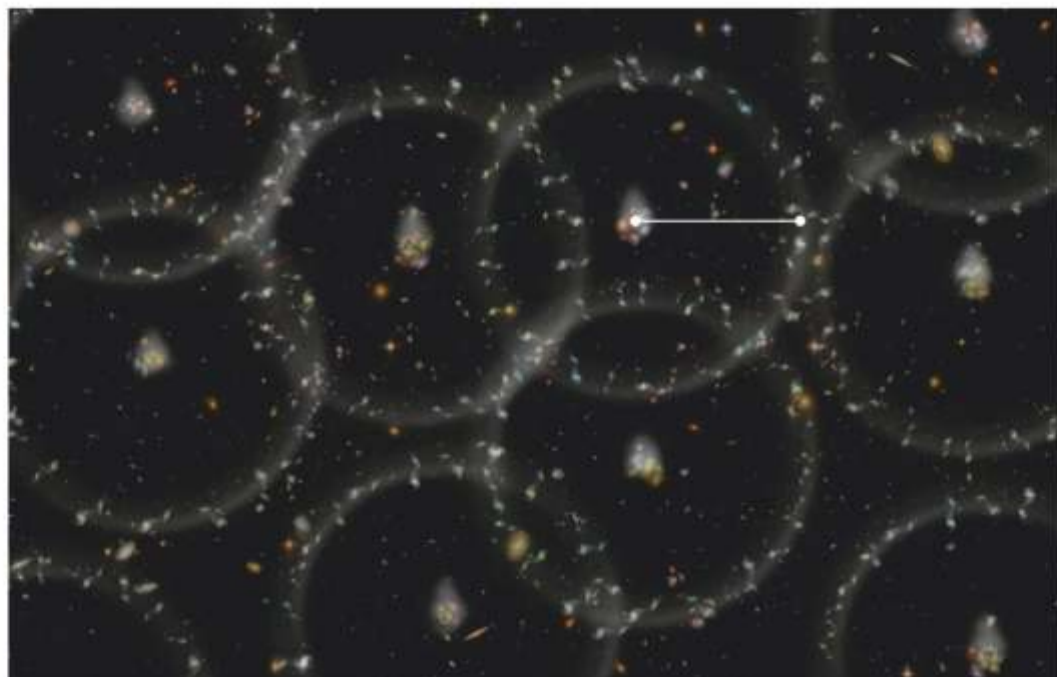


illustrazione artistica degli anelli formati da oscillazioni acustiche barioniche

Questi processi possono spiegare la Cosmic Web, ma possono essere formulate ulteriori ipotesi. In allegato sono riportati i risultati di un recentissimo studio sulle proprietà fisiche della ragnatela cosmica e che formula anche nuove ipotesi sulla natura stessa della materia oscura.