

Il lato chiaro e il lato scuro delle galassie

✍ A. Bettini 📅 23-12-2016 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/533>

Il 9 novembre scorso la rivista *Physical Review Letters* ha pubblicato la scoperta di McGaugh, Lelli e Schombert di una relazione semplice e universale tra l'accelerazione centripeta misurata nelle galassie a disco vicine e la distribuzione della massa ordinaria che esse contengono, ossia stelle e gas. Le galassie a disco sono quelle che hanno la dinamica più semplice, per la sostanziale assenza di moti disordinati (termine di pressione). In particolare, l'accelerazione centripeta è per lo più dovuta alla componente principale della loro massa, cioè alla materia oscura. La scoperta implica quindi una stretta correlazione della distribuzione della massa luminosa nel disco con quella della massa oscura nell'alone. I dati, che sono parte del catalogo chiamato SPARC, riguardano 153 galassie a disco e sono stati raccolti con il telescopio spaziale Spitzer della NASA. Per ogni disco galattico, gli autori hanno determinato, in funzione del raggio, due grandezze: l'accelerazione centripeta desunta dall'attrazione gravitazionale della materia visibile compresa entro quel raggio e l'accelerazione reale desunta dalla velocità di rotazione. La massa della materia visibile è stata ottenuta dalla luminosità misurata nel vicino infrarosso (3.6 μm) per le stelle e a 21 μm per l'idrogeno neutro.

Il campione contiene galassie che differiscono di fattori sino a 10 000 in massa del disco e 1000 nella sua densità, ma i punti corrispondenti alle diverse galassie cadono su diversi tratti della stessa curva. Relazioni di scala tra massa visibile e massa oscura erano già note, divenendo via via più precise a partire da quella di Tully-Fisher del 1977. Ora però la correlazione si è fatta molto stringente, perché la dispersione dei dati attorno alla curva empirica trovata da McGaugh, Lelli e Schombert è molto piccola.

Rimanendo nel modello cosmologico standard, il risultato fornisce un test di precisione dei modelli di formazione delle galassie a disco. Ma c'è anche chi ha invocato interpretazioni più drastiche, come la modifica della legge di Newton (teoria MOND, Modified Newtonian Dynamics). A prescindere dalle serie difficoltà che queste rivoluzionarie ipotesi incontrano nel confronto con osservazioni a tutte le scale cosmologiche, dalla crescita delle grandi strutture, al lensing gravitazionale, ai bullet cluster, alle oscillazioni acustiche nel fondo a micro-onde, esse non appaiono giustificate dal nuovo risultato. Al contrario, già un mese dopo la pubblicazione della scoperta su arXiv (nello scorso settembre), sono state pubblicate due simulazioni della formazione di galassie. Entrambe hanno mostrato che una correlazione stretta come quella osservata consegue dal modello cosmologico standard con i valori misurati dei parametri. Rimane però da capire se le simulazioni riproducono i dati osservativi su tutto l'insieme di galassie a disco osservate. Il processo porterà certo, con i telescopi della prossima generazione, a una più profonda conoscenza della fisica che dà forma alle galassie.

Scopri di più

The luminous and dark side of galaxies

On 9 November Physical Review Letters published the discovery by McGaugh, Lelli and Schombert of a simple and universal relation between the centripetal acceleration measured in nearby disk galaxies and the distribution of ordinary mass they contain, namely stars and gas. The disk galaxies are those with the simplest dynamics, due to the substantial absence of disordered motions (the pressure term). In particular, the centripetal acceleration is mainly due to the largest component of their mass, namely to the dark matter. Consequently, the discovery implies a strict correlation between the distribution of luminous matter in the disk and the distribution of the dark matter in the halo. The data, which are part of the so-called SPARC catalogue, concern 153 disk galaxies and have been collected with the NASA Spitzer space telescope. For each galactic disk, the authors have determined two quantities as functions of the radius: the centripetal acceleration as calculated from the gravitational pull due to the visible matter inside that radius and the real acceleration calculated from the measured rotation velocity. The visible matter mass distribution was obtained from the luminosity measured in the near infrared (3.6 μm) for the stars and at 21 cm for the neutral hydrogen.

The sample contains galaxies that differ by factors up to 10 000 in the disk mass and up to 1000 in the disk density. However, the points of the different galaxies fall on different segments of the very same curve. As a matter of fact, scaling relations between dark and luminous matter had been already known starting from the Tully-Fisher relation in 1977 and become more and more precise over time. However, the connection is now much tighter, as the scattering of the measured points about the empirical curve found by McGaugh, Lelli and Schombert is really small.

Within the standard cosmological model, the result provides a stringent test for the models for the disk galaxies formation. But there is also who has raised the possibility of more drastic interpretations, in particular modifying the Newton law (MOND, Modified Newtonian Dynamics theory). However, even ignoring the severe difficulties met by such revolutionary hypotheses with observations at all the cosmological scales, ranging from the large scale structures growth, to the bullet clusters, to the gravitational lensing and the acoustic oscillations in the cosmic microwave background, those hypotheses do not appear to be justified by the new findings. Contrastingly, already one month after the appearance on the arXiv of the discovery (in September), two theoretical papers have been uploaded on the arXiv with simulations of the galaxies formation. Both of them have shown that a connection between dark and luminous matter distributions, as tight as the observed one, can well be a consequence of the standard cosmological model, with the measured parameters. However, it remains to be seen whether such simulations will be able to reproduce the data on the entire range of the observed disk galaxies. By sure, the process will lead, with the next generation telescopes, to a deeper knowledge of the physics that gives to galaxies their shapes.

Learn more about

