

Presentazione del dott. Michele Pizzardo
Dottorato di Ricerca in Fisica - XXXIV Ciclo
Università degli Studi di Torino

Dottorando: Michele Pizzardo

Relatore: Antonaldo Diaferio

Titolo della tesi:

The Growth of Galaxy Clusters from Their Outer Regions

Durante il triennio di dottorato il dott. Michele Pizzardo ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi della Scuola:

- Primo anno
 - Chemo-Dynamical Evolution of the Milky-Way – Spagna
 - Data Analysis Techniques – L. Bianchi
 - Dark Matter and Neutrino Physics – Giunti/Taoso

- Secondo anno
 - Search and characterization for extrasolar planets – Sozzetti
 - Introduction to relativistic theory of cosmological perturbations – Camera

Per quanto riguarda l'attività di ricerca, il dott. Michele Pizzardo ha realizzato in assoluto la prima misura del tasso di accrescimento di massa degli ammassi di galassie. Utilizzando una procedura basata sul metodo *Caustic* per la misura di massa nelle regioni esterne degli ammassi di galassie, entrambi, procedura e metodo, messi a punto dal nostro gruppo, Pizzardo ha misurato il tasso di accrescimento di 129 ammassi dei cataloghi CIRS e HeCS, che si trovano nell'intervallo di redshift 0.01-0.3. Pizzardo ha dimostrato che il tasso è proporzionale alla massa e al redshift dell'ammasso con leggi in accordo con il modello cosmologico standard Λ CDM. I risultati di questo lavoro sono stati pubblicati in Pizzardo et al, 2021, A&A, 646, 105 e hanno già ricevuto l'attenzione della comunità. Pizzardo ha confermato questi risultati con gli ammassi del catalogo HectoMAP, i cui redshift si estendono a 0.45. L'articolo relativo, in fase di stesura, sarà spedito alla rivista nelle prossime settimane.

Contemporaneamente, Pizzardo ha dimostrato che il profilo di massa di 127 ammassi reali è descritto correttamente dal modello Navarro-Frank-White fino a $\sim 4R_{200}$, con R_{200} la stima standard delle dimensioni di un ammasso. A questo raggio R_{200} , si fermano solitamente analisi di questo tipo. Analisi a raggi $\sim 2 - 3R_{200}$ sono presenti in letteratura, ma il campione di ammassi di Pizzardo si estende a raggi e a redshift maggiori ($z = 0.3$) ed è quasi un fattore due più grande del campione precedente (Rines & Diaferio 2006), che si fermava a redshift $z = 0.1$. I risultati di Pizzardo sono in accordo con le predizioni del modello Λ CDM e suggeriscono una semplificazione del metodo per la stima del tasso di accrescimento rispetto alla procedura utilizzata nel lavoro menzionato precedentemente. Questo lavoro è ormai prossimo ad essere inviato alla rivista.

Infine Pizzardo ha indagato la possibilità di utilizzare il tasso di accrescimento come discriminante tra la teoria della gravità standard e teorie alternative. Utilizzando simulazioni N -body di un modello $f(R)$, Pizzardo ha individuato una quantità in grado di discriminare tra le teorie di gravità. Tale quantità coinvolge l'andamento del profilo di massa degli ammassi nelle loro regioni esterne. Al momento le misure risultano affette da incertezze ancora troppo grandi perché questo metodo possa essere utilizzato efficacemente, ma la strategia si presenta promettente. Tale lavoro necessita comunque di ulteriori analisi.

L'attività di ricerca del dott. Michele Pizzardo ha inevitabilmente risentito del lungo periodo pandemico che ha impedito una più stretta collaborazione con il nostro gruppo di ricerca *CAUSTIC*, la possibilità di soggiorni all'estero, in Cina e USA, che si intendevano programmare nel 2020 e 2021, e la partecipazione a congressi in cui avrebbe potuto presentare i propri risultati. Tali difficoltà hanno ritardato lo sviluppo dei progetti e limitato le loro possibili estensioni nell'ambito della struttura interna degli ammassi, con il soggiorno in Cina, e dell'estensione dei cataloghi di redshift, con il soggiorno in USA.

Nonostante le difficoltà, Pizzardo ha comunque mostrato una costante e progressiva crescita delle sue competenze astrofisiche e operative. Pizzardo ha sviluppato diverse abilità numeriche, quali familiarità con la risoluzione numerica di equazioni differenziali, trattamento di grandi moli di dati prodotti da simulazioni numeriche N -body, trattamento numerico di cataloghi di redshift di galassie. Pizzardo ha anche familiarizzato con le problematiche osservative nella banda ottica per lo studio degli ammassi di galassie e delle loro regioni esterne. Pizzardo ha infine esteso le sue competenze sulle teorie di gravità in ambito astrofisico e cosmologico.

Il risultato più importante è naturalmente stata la crescita costante della

maturità scientifica di Pizzardo. La sua indipendenza scientifica emerge chiaramente dalla sua acuta capacità di analizzare criticamente i risultati presenti in letteratura e valutare la rilevanza di possibili strade da intraprendere per progetti di ricerca futuri.

In conclusione ritengo che il lavoro svolto dal dott. Michele Pizzardo durante il triennio del Dottorato di Ricerca sia di estrema qualità e che Pizzardo stia costruendo una propria personalità e indipendenza scientifica di grande spessore.

In fede,

Il tutore

Antonaldo Diaferio

Firma

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Diaferio', is written over a light gray rectangular background.

Torino, 30 settembre 2021

Partecipazione a scuole e conferenze

- XII Tonale Winter School in Cosmology, Passo del Tonale (TN), Italy, December 10th–14th, 2018
<https://indico.physi.uni-heidelberg.de/event/61/>
- 2nd Italian Astrostatistics School, Milano (MI), Italy, June 24th-28th, 2019
<http://iaa.mi.oa-brera.inaf.it/IAA/secondAstroStatisticsSchool.html>
- Universum, Milano (MI), Italy, April 2019
<http://universum.to.infn.it/>
- Tracing Cosmic Evolution with Clusters of Galaxies, Sesto (BZ), Italy, July 8th-12th, 2019
<http://www.sexten-cfa.eu/event/tracing-cosmic-evolution-with-clusters-of-galaxies/>
- Occam Workshop VIII, Torino (TO), Teacher: Matteo Sereno
- Cosmology from Home 2020, Online, August 24th-September 4th, 2020 (talk)
<https://www.cosmologyfromhome.com/>
- XI NeXT PhD Workshop: Probing fundamental physics at colliders and beyond, Online, June 28th-July 2nd, 2021
<https://indico.cern.ch/event/959445/>
- Cluster Mass 2020, Online, September 6th-9th, 2021
<https://www.cosmos.esa.int/web/cluster-mass-2020/home>

Elenco delle pubblicazioni

- Pizzardo, M., Di Gioia, S., Diaferio, A., De Boni, C., Serra, A. L., Geller, M. J., Sohn, J., Rines, K., Baldi, M., 2021, “Mass accretion rates of clusters of galaxies: CIRS and HeCS”, *Astronomy & Astrophysics*, 646, A105