

Presentazione del dott. Simone Ammazalorso
Dottorato di Ricerca in Fisica - XXXI Ciclo
Università degli Studi di Torino

Dottorando: Simone Ammazalorso

Relatori: Marco Regis e Nicolao Fornengo

Titolo della tesi: *Unveiling Particle Dark Matter via angular correlations*

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

- Neutrinos: from particle to astroparticle physics (C. Giunti)
- Non-perturbative solutions: solitons, monopoles, instantons (M. Billò)
- Higgs physics and effective field theory (G. Passarino)
- High Energy Astrophysics (A. Ferrari, F. Massaro)
- Particle Dark Matter (N. Fornengo)
- Cold Atoms in Optical Lattices (R. Tateo)
- Search and characterization for extrasolar planets (A. Sozzetti)

L'attività di ricerca del dott. Simone Ammazalorso ha riguardato lo studio della materia oscura particellare attraverso l'analisi di correlazioni statistiche nell'emissione di fotoni proveniente dal cielo extragalattico. La materia oscura è ritenuta essere la forma di materia più abbondante nell'Universo e il costituente principale delle strutture astrofisiche osservate. Se composta da particelle, ci si aspetta che la materia oscura non abbia esclusivamente un'influenza gravitazionale, ma possa manifestarsi anche attraverso interazioni non-gravitazionali ed emissioni di particelle note, tra cui i fotoni. Nel lavoro svolto dal dott. Simone Ammazalorso si è considerata la classe di candidati di materia oscura nota come WIMP (weakly interacting massive particle), la cui emissione in fotoni è principalmente attesa nella banda dei raggi gamma. L'analisi della correlazione angolare dei segnali gamma provenienti dal cielo extragalattico e della correlazione tra tali segnali e la distribuzione di materia nell'Universo (tracciata da densità di galassie o lensing gravitazionale) può dunque portare a rivelare se parte dell'emissione misurata di raggi gamma extragalattici possa provenire da aloni di materia oscura. Questo è stato l'obiettivo e filo conduttore della ricerca, la quale si è

dipanata lungo tre direzioni:

- *Analisi della correlazione angolare nelle mappe di raggi gamma misurati dal telescopio Fermi-LAT*

E' stata misurata la correlazione angolare a due punti del cielo gamma, focalizzandosi sulla parte non risolta in sorgenti. Tale misura è uno strumento fondamentale per inferire la natura delle sorgenti del cielo gamma, in quanto solo una piccola parte di esse (circa 5000) è attualmente risolta. Nel lavoro (sottomesso alla rivista Physical Review Letters), il dott. Simone Ammazzalorso si è occupato di alcuni aspetti riguardanti l'analisi dati. E' in previsione nei prossimi mesi un lavoro di interpretazione di tale misura, attraverso cui verrà testata la possibilità di presenza di segnale generato da materia oscura particellare.

- *Cross-correlazione mappe di raggi gamma misurati dal telescopio Fermi-LAT con il catalogo di galassie 2MPZ*

A dieci anni dal lancio del satellite Fermi, quanto bene conosciamo l'Universo locale alle frequenze dei raggi gamma? Osservazioni nella banda gamma non possono però fornire indicazioni sulla distanza (redshift) degli oggetti e quindi isolare l'emissione locale dall'emissione proveniente da zone più remote dell'Universo. Questo ostacolo può essere superato correlando mappe di raggi gamma con cataloghi di oggetti (misurati nell'ottico e infrarosso) aventi posizioni e distanze accuratamente determinate. Ciò è quanto è stato fatto in questo lavoro dove si sono correlate le mappe del telescopio Fermi-LAT con il catalogo di galassie dell'Universo locale 2MPZ. In tale porzione dell'Universo, circa il 10% dell'emissione totale è prodotta e in questo lavoro è stato determinato che tale emissione proviene principalmente da Nuclei Galattici Attivi. Si sono inoltre derivati limiti e possibili indicazioni relativi alla materia oscura particellare. Il lavoro (sottomesso alla rivista Physical Review D), è stato principalmente condotto dal dott. Simone Ammazzalorso, il quale si è occupato di trattamento dati, analisi statistica e interpretazione fisica.

- *Cross-correlazione mappe di raggi gamma misurati dal telescopio Fermi-LAT con il lensing gravitazionale misurato sulle galassie della Dark Energy Survey*

Un accordo formale tra la collaborazione Dark Energy Survey (DES) e il gruppo di ricerca di Fisica Astroparticellare di UniTO è stato siglato al fine di cercare di misurare, per la prima volta in assoluto, un segnale

di cross-correlazione tra l'emissione a raggi gamma di sorgenti extragalattiche e la distribuzione di massa dell'Universo, derivata attraverso misure di lensing gravitazionale (fornite dai dati proprietari di DES). La maggior parte del lavoro di analisi statistica è stato completato dal dott. Simone Ammazalorso e la fase di interpretazione è attualmente in corso, con la previsione di una pubblicazione nei prossimi mesi.

Durante la sua attività di ricerca il dott. Simone Ammazalorso ha mostrato una buona preparazione di base, una significativa attitudine al lavoro scientifico e una capacità di sviluppare autonomamente analisi numeriche complesse. Si è osservato un progressivo miglioramento del rigore scientifico nel corso del triennio. Si ritiene che alcuni passi di carattere metodologico siano ancora da compiere per completare la maturazione ed indipendenza scientifica, ma nel complesso il dottorando ha sviluppato le competenze e abilità necessarie per inserirsi nel panorama di ricerca internazionale.

Pertanto si esprime apprezzamento per il lavoro svolto dal Dott. Simone Ammazalorso durante il triennio del Dottorato di Ricerca.

Torino, 28 Settembre 2018

I tutor

Firma



Partecipazione a scuole e conferenze

- title: 25th Summer School on Parallel Computing
School place: CINECA (Bologna, Italia)
webpage: <http://www.hpc.cineca.it/content/25th-summer-school-parallel-computing>
days: 6-17 June 2016.
- title: ISAPP 2017: the Dark and Visible Side of the Universe
School place: Texel, Netherlands
webpage: <https://indico.cern.ch/event/568904/overview>
days: 26 June 2017 - 5 July 2017 with Poster presentation.
- title: Fermi LAT Italian Collaboration Meeting
place: Torino, Italia
webpage: <https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?ovw=TrueconfId=10457>
days: 14-16 December 2015.
- title: 2nd Anisotropic Universe Workshop
place: Amsterdam, Netherlands
webpage: <https://indico.cern.ch/event/446215/>
days: 11-13 April 2016.
- title: 25th European Cosmic Rays Symposium
place: Torino, Italia
webpage: <https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=10609>
days: 4-9 September 2016.
- title: TEVPA 2016
place: CERN, Geneve
webpage: <https://indico.cern.ch/event/469963/>
days: 12-16 September 2016.
- title: Universum
place: Torino, Italia
webpage: <http://personalpages.to.infn.it/camera/universum/>
days: 3-4 April 2017 with Talk presentation.
- title: Barolo Astroparticle Meeting 2017
place: Barolo, Italia
webpage: <https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=12471>
days: 3-6 September 2017.

- title: 7th International Fermi Symposium
place: Garmisch-Partenkirchen, Germany
webpage: <https://events.mpe.mpg.de/event/1/overview>
days: 15-20 October 2017 talk or poster: Talk.
- title: Accelerating the Search for Dark Matter with Machine Learning
place: Leiden, The Netherlands
webpage: <https://indico.cern.ch/event/664842/timetable/?view=standard>
days: 15-19 January 2018
with Talk presentation.
- title: Barolo Astroparticle Meeting 2018
place: Barolo, Italia
webpage: <https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=12471>
days: 2-5 September 2018.
- title: CASTLE
place: Tagliolo Monferrato, Italia
webpage: <http://personalpages.to.infn.it/~camera/castle.html>
days: 9-12 September 2018
with Talk presentation.

Elenco delle pubblicazioni

- S. Ammazzalorso, N. Fornengo, S. Horiuchi and M. Regis, “Characterizing the local gamma-ray Universe via angular cross-correlations,” submitted to PRD, arXiv:1808.09225 [astro-ph.CO].
- M. Ackermann, M. Ajello, S. Ammazzalorso, et al., “The unresolved gamma-ray sky through its angular power spectrum,” submitted to PRL.