



Contesto generale degli argomenti di ricerca

Con la rivelazione sperimentale nell'agosto 2017 delle onde gravitazionali prodotte dalla coalescenza di un sistema binario di stelle di neutroni, simultaneamente a un lampo breve di raggi gamma dalla stessa sorgente, è decollata la cosiddetta astronomia multi-messaggera, che segna l'inizio di una nuova era nell'esplorazione dell'Universo attraverso lo studio di fenomeni esplosivi, transienti appunto, legati a eventi molto energetici, spesso distruttivi della sorgente stessa come in questo caso. Il grande interesse per lo studio di queste sorgenti attraverso molteplici canali (onde gravitazionali, onde e.m., neutrini di alta energia), ciascuno dei quali fornisce informazioni uniche sulla fisica dei processi coinvolti, non riguarda soltanto l'identificazione e lo studio degli oggetti astrofisici coinvolti, ma anche le implicazioni su molti aspetti di fisica fondamentale, le cui condizioni non sono riproducibili in alcun laboratorio (regimi di estrema gravità, densità di massa e di energia coinvolte e non altrimenti esplorabili, processi di accelerazione di particelle attraverso shock relativistici e non).

Il gruppo di astrofisica delle alte energie a Ferrara è coinvolto in varie collaborazioni internazionali, tra cui quella del satellite cinese [Insight-HXMT](#) che permette lo studio e la ricerca di controparti X e gamma dei vari tipi di transienti collegati a sorgenti di onde gravitazionali, lampi di raggi gamma e lampi radio veloci, o con il gruppo del Laboratorio di Astrofisica Sperimentale dello Ioffe Institute (Russia) responsabile per il satellite russo [Konus/WIND](#). Abbiamo inoltre collaborazioni internazionali attive con gruppi di ricerca di frontiera nella ricerca e caratterizzazione delle controparti e.m. di onde gravitazionali e di altri tipi di transienti (ad es., superluminous supernovae e fast blue optical transients).

Nel dominio dell'astronomia ottica, abbiamo una collaborazione internazionale che ricopre un ruolo da protagonista attraverso misure ineguagliate di polarimetria ottica nel campo degli afterglow dei lampi di raggi gamma entro pochi minuti dall'evento, che permettono di far luce su uno degli aspetti più controversi di queste potentissime esplosioni cosmiche associate al collasso del core di stelle massicce.

Il nostro gruppo ha una lunga tradizione ed eredità nel campo dell'astrofisica delle alte energie, a partire dalla missione scientifica italo-olandese di grande successo quale è stata [BeppoSAX](#): in questo senso, abbiamo familiarità con l'analisi e l'interpretazione dei dati delle più importanti missioni spaziali i cui dati sono pubblici ([Swift](#), [Fermi](#)). Infine, ultimo ma non per importanza, abbiamo un coinvolgimento diretto nella proposta di missione europea [THESEUS](#), in fase avanzata di selezione presso l'agenzia spaziale europea ([ESA](#)).

Ultima ma non per importanza è la nostra attività di laboratorio, in cui stiamo sviluppando delle ottiche focalizzanti per raggi X duri e raggi gamma soft (una banda tipica è quella 50-



Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra

600 keV) già a un livello di sviluppo tecnologico avanzato e supportato finanziariamente dall'Agenzia Spaziale Italiana attraverso vari progetti. In tal senso abbiamo proposto all'Agenzia Spaziale Europea (ESA) una missione denominata **ASTENA** (vedi [Frontera et al. 2021](#); [Guidorzi et al. 2021](#)) per il programma ESA "Voyage 2050" che si propone di ospitare a bordo un telescopio focalizzante di raggi X duri e gamma soft. A oggi nessuno strumento passato o presente che ha osservato il cielo in questa banda energetica è mai stato dotato di ottiche focalizzanti: quando ciò avverrà, si avrà un guadagno in termini di sensibilità di flusso e di risoluzione angolare senza precedenti, permettendo un grande progresso su tematiche note ma tuttora aperte e probabilmente scoprendo fenomeni od oggetti a oggi sconosciuti. Il tipo di lavoro di tesi che proponiamo in quest'ambito è ampio, comprendendo sia tesi sperimentali che di simulazione delle performance di tali ottiche in relazione a classi di sorgenti astrofisiche di interesse.

Cristiano Guidorzi

Ferrara, gennaio 2024



Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra

Tesi di laurea triennale (bachelor's degree thesis)

- **Durata tipica**: 2-3 mesi
- **Filosofia**: è intesa come un'opportunità per familiarizzare con un argomento (vedi elenco) tra quelli più caldi della ricerca attuale nel campo dell'astrofisica delle alte energie, degli oggetti transienti nell'era della cosiddetta "Time Domain Astrophysics" e dell'astrofisica multi-messaggera.
- **Tipo di lavoro**: principalmente studio della letteratura più rilevante, con particolare attenzione alle scoperte più recenti che stanno rivoluzionando il campo e alle connessioni esistenti tra i diversi argomenti, anche attraverso un approccio interdisciplinare. Solo in casi particolari verrà considerato possibile un lavoro originale di analisi di dati (che, per la cura e conoscenza che richiede, tipicamente si presta più naturalmente a una tesi di laurea magistrale).
- **Argomenti (per sommi capi)**: gamma-ray bursts (long duration GRBs associated with core-collapse supernovae; short GRBs associated with binary neutron star mergers); fast-radio bursts; gravitational waves from compact binary systems; magnetars; tecniche di analisi temporale impiegate in astrofisica; tecniche di machine learning utilizzate in astrofisica delle alte energie; fast optical blue transients.

Se vuoi saperne di più, scrivimi: guidorzi@fe.infn.it

Cristiano Guidorzi

Ferrara, gennaio 2024



Master's Degree Thesis (laurea magistrale)

- **Typical duration**: 6-9 months
- **Philosophy**: not only is a good knowledge of the relevant scientific literature and basic physics required, but the student is also expected to contribute original work within one of the projects listed below, in collaboration with other team members. This will also be an opportunity for the student to get familiar with team work within an international collaboration. Broadly speaking, the scientific context is that of time domain and multi-messenger astrophysics.
- **Kind of work**: mostly data analysis and interpretation in collaboration with other team members. Familiarity with linux operative systems as well as with at least one of the following programming languages (Python, R, C, shell, Julia) is an asset. Basic knowledge of statistics (properties of most important distributions, hypothesis testing, counting statistics) is very important. Knowledge of Monte Carlo and Bayesian techniques to carry out simulations are a great asset, although not required.
- **Topics (general)**:
 - gamma-ray bursts (long duration GRBs associated with core-collapse supernovae; short GRBs associated with binary neutron stars): in particular through data of Chinese space mission Insight-HXMT, along with other public data from other past and current space missions (Swift, Fermi).
 - search for high-energy activity associated with fast radio burst sources through a multi-wavelength approach in collaboration with a wide team;
 - set up and optimisation of algorithms to detect transient events in gamma-ray detector of present and future generation;
 - advanced machine learning techniques to apply to some high-energy astrophysics problems (e.g., modelling of the background of a low-orbit gamma-ray detector);
 - simulations of high-energy transients with future generation detectors for future missions (THESEUS; ASTENA).

If you have further enquiries and want to know more details, do not hesitate to contact me: guidorzi@fe.infn.it.

Ferrara, January 2024

Cristiano Guidorzi