

# Proposta di Tesi di Dottorato in Astrofisica delle Alte Energie

Università di Firenze, dipartimento di Fisica e Astronomia

**Titolo** – Studio teorico dell’accelerazione e della fuga di particelle relativistiche da sorgenti galattiche di alta energia in vista dei telescopi gamma da Terra di nuova generazione

**Supervisore Tesi** – Elena Amato [elena.amato@inaf.it](mailto:elena.amato@inaf.it), INAF – Osservatorio Astrofisico di Arcetri.

**Descrizione** – La ricerca proposta è finalizzata allo studio dell’accelerazione e della fuga delle particelle di alta energia da sorgenti galattiche di raggi cosmici, con particolare attenzione agli effetti non-lineari collegati alle instabilità di plasma indotte dalle particelle accelerate. Il progetto si inquadra nell’attività di supporto teorico ai telescopi gamma da Terra di nuova generazione, ASTRI-MiniArray e CTA, in cui INAF è fortemente coinvolta.

La caccia ai PeVatroni (acceleratori di particelle fino ad energie del PeV) è tra i principali obiettivi scientifici dell’astronomia gamma da Terra. Gli sviluppi sia osservativi che teorici degli ultimi anni hanno reso evidente la necessità di elaborare scenari teorici che permettano di fare predizioni per le sorgenti più promettenti da osservare e per il tipo di osservazioni da effettuare. In particolare si è recentemente compresa l’urgenza di tenere in conto in modo appropriato gli effetti non-lineari collegati all’accelerazione e alla fuga delle particelle. Queste ultime, all’interno e nelle vicinanze degli acceleratori, sono abbastanza numerose da indurre instabilità che amplificano il livello di turbolenza magnetica e alterano il trasporto stesso delle particelle. Il risultato è una migliore efficienza del processo di accelerazione in sorgenti che altrimenti non potrebbero raggiungere le energie del PeV e un maggiore tempo di confinamento intorno alle sorgenti. Entrambi gli aspetti hanno conseguenze importanti per l’emissione gamma delle sorgenti e per il riconoscimento dei PeVatroni basato su spettro e morfologia dell’emissione gamma.

Nell’ambito di questa tesi si propone di utilizzare strumenti analitici e codici numerici sia MHD che ibridi (MHD + Particle In Cell) per studiare le instabilità sopra citate. Lo studio sarà specializzato al caso Resti di Supernova di tipo II (accelerazione all’onda d’urto e fuga nel mezzo circumstellare), nebulose da Vento di Pulsar (fuga di elettroni e positroni e origine degli aloni gamma e dei jet X osservati intorno a sistemi evoluti; possibili effetti della presenza di protoni nel vento della pulsar) e ammassi di stelle giovani (effetti non-lineari dell’accelerazione nei venti di stelle singole e nel vento collettivo).

Allo/la studente sarà fornita un’appropriata preparazione teorica sull’argomento, nonché sui metodi numerici da utilizzare. Poiché il gruppo INAF-Arcetri è il principale gruppo teorico di supporto alla scienza galattica di ASTRI e CTA, lo/la studente sarà coinvolto/a nelle attività delle due collaborazioni, non solo fornendo modelli, ma, se interessato/a, partecipando alle attività di data-challenge previste per il periodo su cui si articola il dottorato.