

Università degli Studi di Firenze
Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Simulazioni di dinamo cinematica in dischi magnetizzati attorno a buchi neri rotanti

Candidato: Matteo Bugli (bugli@arcetri.astro.it)

Relatore: Dott. Luca Del Zanna (ldz@arcetri.astro.it)

Correlatore: Dott. Niccolò Bucciantini (niccolo@arcetri.astro.it)

Lo studio dell'accrescimento su oggetti compatti è un campo molto attivo in astrofisica, in quanto fornisce una maniera efficace di convertire l'energia gravitazionale della materia orbitante in radiazione e calore, costituendo dunque il motore centrale di molti sistemi astrofisici (AGN, GRB, binarie X, etc.).

Un ingrediente fondamentale è costituito dai campi magnetici ordinati su larga scala, la cui presenza è essenziale per garantire a processi come quello di Blandford-Znajek di entrare in azione e convertire l'energia rotazionale del buco nero in energia poi emessa dal sistema sotto forma di radiazione.

Tuttavia non è ad oggi molto chiaro da dove questi campi traggano origine. Le turbolenze presenti nel plasma possono facilmente portare all'amplificazione di campi su piccola scala ma ci aspetteremmo un campo su larga scala poco ordinato.

Questo lavoro di tesi si propone di studiare un meccanismo efficiente per amplificare piccoli campi magnetici preesistenti in un disco d'accrescimento applicando una teoria di dinamo di campo medio. Secondo questa teoria (che costituisce ad esempio la base dei modelli che studiano la generazione e la struttura dei campi magnetici solari), qualora le fluttuazioni su piccola scala di un plasma in velocità e campo magnetico presentino una correlazione, si può generare una forza elettromotrice media su larga scala che può dunque amplificare un campo magnetico.

Per fare questo abbiamo prima di tutto implementato degli schemi numerici Runge-Kutta IMEX di ordine elevato nel codice ECHO (Del Zanna et al. 2007), in grado di integrare le equazioni della GRMHD resistiva con una chiusura dinamo completamente covariante della legge di Ohm. Successivamente abbiamo costruito dei modelli di dischi spessi, seguendo l'evoluzione dei campi elettromagnetici nell'approssimazione di regime cinematico, sotto l'azione di una dinamo $\alpha\Omega$ in uno spazio-tempo di Kerr stazionario definito da un buco nero massimamente rotante attorno a cui orbita il plasma.

I risultati di questo studio (il quale rappresenta il primo esempio di una simulazione GRMHD resistiva di ordine elevato con chiusura dinamo di uno specifico sistema astrofisico) mostrano una continua generazione di campi poloidali e toroidali che crescono in modo esponenziale. Risulta inoltre evidente una forte analogia con le caratteristiche della dinamo solare, attraverso la formazione di strutture periodiche che migrano lungo i piani meridiani.