

Studio numerico delle proprietà e della dinamica di oggetti compatti in Relatività Generale e sue estensioni

Dottorando: **Jacopo Soldateschi** - soldateschi@arcetri.astro.it

Tutore: **Niccolò Bucciantini** - niccolo@arcetri.astro.it

Con la recente osservazione di onde gravitazionali dal merger di oggetti compatti quali buchi neri e stelle di neutroni (NSs) si è inaugurata l'era dell'astronomia gravitazionale. Siamo in grado per la prima volta di studiare il comportamento dello spazio-tempo in un regime di campo forte precedentemente inaccessibile. Nei prossimi anni saremo in grado di valutare se la teoria della Relatività Generale (GR), così come formulata da Einstein, fornisce una corretta descrizione della fisica in tali regimi. È noto infatti che la GR presenta dei problemi, sia di tipo fenomenologico (materia oscura ed energia oscura) che di tipo teorico (gravità quantistica). Nel corso degli anni molti tentativi sono stati fatti per estendere la GR. La maggior parte di essi parte da una modifica dell'azione di Hilbert-Einstein per generare delle nuove equazioni per il campo gravitazionale. Il risultato è in genere un arricchimento della fenomenologia, particolarmente rilevante per gli oggetti compatti materiali, come le NSs. La loro compattezza porta, in alcune teorie alternative della gravità, a modifiche potenzialmente osservabili. In particolare gli strumenti che si renderanno disponibili in un futuro non troppo remoto ci permetteranno di misurare quantità come le deformabilità mareali e l'eventuale presenza di modi d'onda non quadrupolari. Fondamentale a tale riguardo una corretta caratterizzazione di tali quantità nelle varie estensioni della GR proposte in letteratura.

A tale scopo mi propongo, in collaborazione con il Gruppo di Astrofisica delle Alte Energie dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri e con il Gruppo di Plasmi Astrofisici del Dipartimento di Fisica e Astronomia, di sviluppare e caratterizzare, tramite codici numerici, modelli di NSs, sia statici che altamente rotanti (con la possibile inclusione di campi elettromagnetici) in teorie alternative della gravità (teorie $f(R)$, teorie scalar-tensor e scalar-vector-tensor). Questo per studiare come la presenza di campi aggiuntivi modifichi le loro proprietà di equilibrio (come massa, momento d'inerzia, deformabilità mareali e magnetiche) e come tali cambiamenti dipendano non solo dai parametri globali del sistema ma anche dall'equazione di stato.

In particolare ci concentreremo sullo studio di fenomeni non lineari come la "scalarizzazione spontanea", che hanno il vantaggio di introdurre significative deviazioni dalla GR solo in regimi di campo forte, rimanendo all'interno dei vincoli osservativi, derivati sia da esperimenti nel Sistema Solare, sia dalla misura dei parametri post-Kepleriani nelle binarie compatte, nel regime di campo debole.

Ci proponiamo inoltre di investigare anche le proprietà dinamiche di questi oggetti. Questo sia nel caso di sistemi stabili che instabili. Nel primo caso analizzando le loro frequenze caratteristiche radiali e non; nel secondo caso studiandone il collasso, ed in particolare la produzione di onde gravitazionali di monopolo. Queste ultime sono assenti in GR e caratteristiche delle teorie alternative della gravità.