

I. félévi beszámoló

Asztalos Balázs (b.asztalos@astro.elte.hu)

Részecskefizika és Csillagászat PhD program

Témavezető: Dr. Barnaföldi Gergely Gábor, Forgácsné Dr. Dajka Emese

A dolgozat ideiglenes címe: **Pulzások szerkezetének vizsgálata modern numerikus módszerekkel**

2021. január 22.

Bevezetés

A gravitációs hullámok felfedezésével megszületett a többcsatornás asztrófizika, amely lehetővé teszi a kompakt égi objektumok új fajta vizsgálatát.

A pulzások (neutroncsillagok, magnetárok) belső szerkezetének modellezése mindmáig nyitott kérdés. Ezen csillagvégállapotok elektromágneses jelei gyengék vagy irányítottak, így a mérhető fizikai paramétereik (távolság, tömeg, méret, összetétel, mágneses tér, stb.) nehezen megfigyelhetők. Jelenleg néhány ezer ilyen tulajdonságú pulzást ismerünk, melyek tanulmányozására – mai tudásunk szerint – a legjobb jelöltek az elméleti modellek alapján számolható neutron-, hiperon- vagy kvarkcsillagok. Ezek belső szerkezete az anyag olyan extrém állapotait képviselik, amelyet sem hétköznapi körülmények között, sem pedig földi laboratóriumban nem tudunk előállítani.

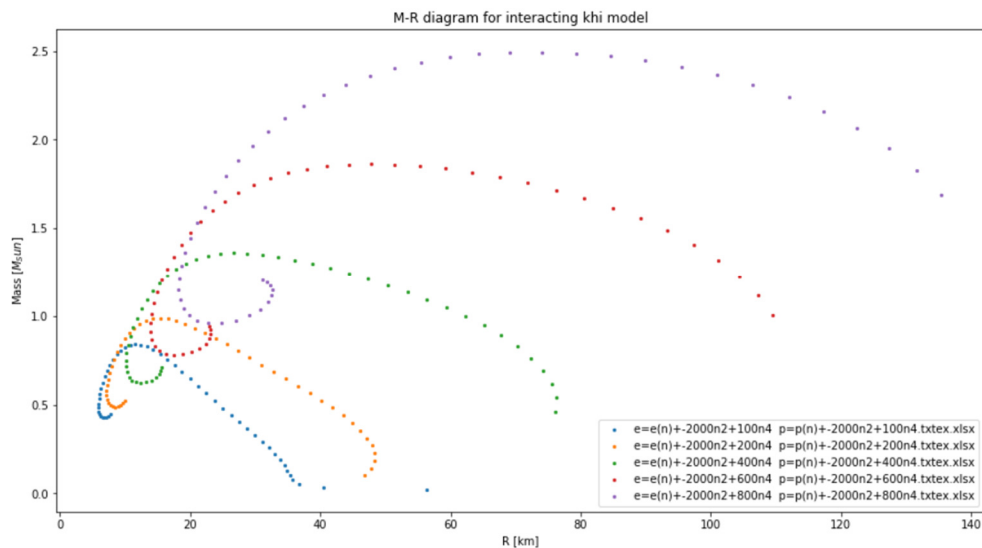
A munkám során azt az elméleti kérdéskört vizsgálom, hogy a pulzások mérhető adatai alapján kaphatunk-e megszorítást, visszacsatolást az alkalmazott kompakt csillagmodellek belső elméleti paramétereire – elsősorban a kompakt objektum extrém, elfajult anyagának tulajdonságaira. A kutatómunkám elméleti része során felhasználok magfizikai átlagtérelméleteket, elektrodinamikai és hidrodinamikai modelleket, hogy a célobjektumok leírására magneto-hidrodinamikai modelleket alkalmazzak és fejlesszek.

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

A félév során a kutatási tevékenységem két fő területre fókuszált: folytattam a kompakt csillagok belsejének modellezését a korábbi, M.Sc. dolgozatom alapján, illetve elkezdtem a különböző dinamó modellek megismerését és azokra modellek kidolgozását.

Kompakt csillagok belső szerkezetének vizsgálata során két esetet vizsgáltam, melyek a barionok és azok gerjesztett állapotait írták le, ezek a lineáris gerjesztési fokú illetve a Kaluza-Klein létra szerinti gerjesztéseket tartalmazó modellek voltak. Mindkét modell a komponens barionok gerjesztett állapotainak („ízék”) leírásán alapul. A mikroszkopikus szintű leírás segítségével numerikusan kiszámítottam a hozzájuk tartozó állapottegyenleteket, melyek a kidolgozott kompakt csillag szimulációs rendszer bemeneteként szolgálnak. Ezek az objektumok ugyan csillagászati léptékekben kis méretűek (10 km nagyságrend), azonban a nagy tömegük miatt (Nap tömeg nagyságrendű) relativisztikus megközelítésre volt szükség a makroszkopikus leírásukhoz.

A félév során elkészült a modellek egy továbbfejlesztett változata, amelyben már figyelembe veszi a kölcsönhatást is a modellt alkotó részecskék között. A kölcsönhatás figyelembevételével megfigyelhető, hogy a modell a realiztikusabb 1 és 2.5 naptömeg tartományban határozza meg a kialakuló kompakt csillagok tömegét (1. ábra).



1. ábra. A kölcsönható modell által meghatározott tömeg-sugar reláció

A félév során elkezdtem elmélyülni a csillagok magneto-hidrodinamikája területén, első lépésként reprodukálni szerettem volna a Forgács-Dajka; Petrovay (2012) és Forgács-Dajka (2014) munkákban található eredményeket, amik a gyors tachoklína numerikus modelljét tartalmazza. Az általam megírt kód eredményeinek kiértékelése folyamatban van. Ezután tervezem a kódot a témavezetőim javaslatára továbbfejleszteni.

Előkészületben levő cikkek

- Asztalos, B., Barnafoldi, G.G., Forgacs-Dajka, E., The Evolution of Observables in Many-flavor Compact Stars with Linear and Kaluza – Klein Excitations (beadás előtt), Hindawi Advances in High Energy Physics

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

- At the edge of the Solar System (FIZ/2/087E)
- Radio astronomy I. (FIZ/2/032E)
- Oktatási tevékenység (FIZ/OKT/4)

Konferenciák az aktuális félévben

- GPU-Day 2020, 2020. október 20-21., előadás, cím: GPU based polytropic star model in the gravitational field of closed binaries
- Zimány School 2020, 2020. december 7-11., előadás, cím: Investigating the structure of compact stars with degenerate Fermi gas having many degree of freedom

Oktatási tevékenység az aktuális félévben

- Csillagászati észlelési gyakorlatok 4 (cg1c4eg4): gyakorlat, hetente 2 óra

Hivatkozások

Forgacs-Dajka, E., Petrovay, K., Dynamics of the fast solar tachocline: I. Dipolar field, *Astronomy and Astrophysics* 389(2), 2002

Forgacs-Dajka, E., Dynamics of the fast solar tachocline: II. Migrating field, *Astronomy and Astrophysics* 414, 1143-1151, 2004