

Féléves beszámoló - 3. félév

Kompakt csillagok tulajdonságainak vizsgálata effektív modellekkel

TAKÁTSY JÁNOS

*Fizika Doktori
Iskola*

DR. KOVÁCS PÉTER

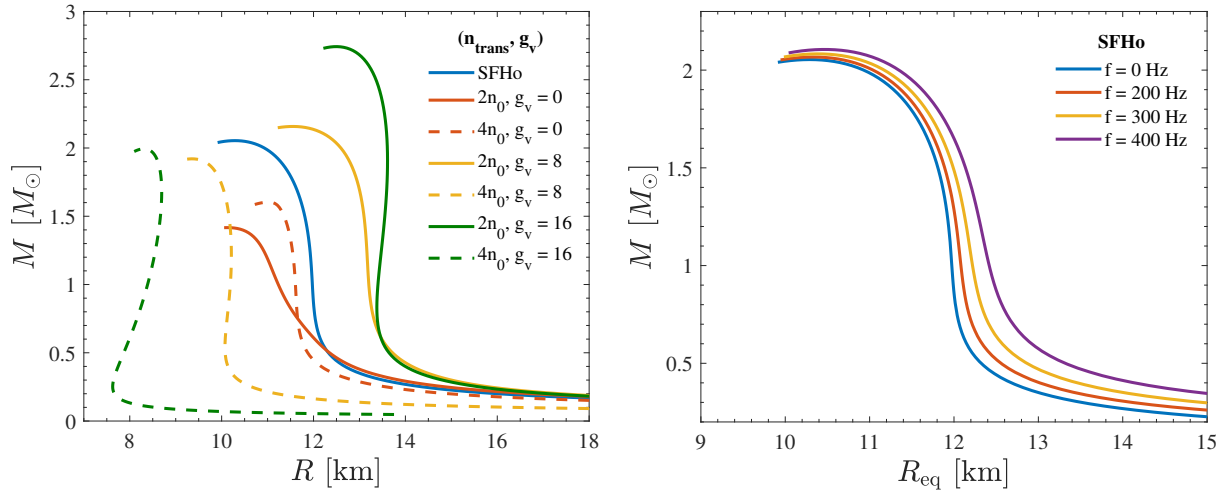
*Tudományos főmunkatárs
Wigner FK
Témavezető*

2021. január 19.

1. Az aktuális félévben végzett kutatások ismertetése

A félév során folytattam a doktori kutatásom fő tárgyát képező kibővített lineáris szigma-modell (eLSM) vizsgálatát. Ezen belül is elsősorban a vektormezon-kondenzátumok megfelelő beillesztésével foglalkoztam. A korábbi beszámolóban említett keveredések a vektor mezonok és skalár mezonok között valójában nem relevánsak, ugyanis a jelenlegi közelítésben csak a fermionok kvantumfluktuációit vesszük figyelembe, valamint $T = \mu = 0$ -n a vektormezon-kondenzátumok zérusok, így a modell paraméterezésébe sem szólnak bele. A kondenzátumok járulékaiknak kiszámítása után az új egyenleteket beillesztettük a korábban is használt, állapotegyenletet kiszámító programba, amely azonban egy bizonyos sűrűség felett nem tudta megoldani az egyenleteket. A félév első részében ennek a problémának jártam utána, amely során az is kiderült, hogy a kondenzátumok a várt viselkedéssel ellentétben egy bizonyos sűrűség fölött elkezdenek felnőni. Ezt a problémát a modell újraparaméterezésével próbáljuk megoldani, átgondolva, mely feltételek mellett kapunk helyes viselkedést. Tudunk olyan paraméterezést találni, amely mellett a modell megfelelően viselkedik. Az egyik ilyen paraméterezéssel kapott tömeg-sugar relációk láthatók az 1. ábra bal oldali paneljén. Jelenleg is a paraméterezés problémakörén dolgozunk.

Egy másik problémakör, amivel a félév során foglalkoztam, a neutroncsillagok forgás okozta deformációja. Ehhez a Hartle–Thorne közelítést tekintettem át [1], amely egy lassan, térben egyenletesen forgó kompakt objektum deformációját írja le perturbatív



1. ábra. Az eLSM egyik paraméterezése mellett kapott hibrid csillagok tömeg–sugár relációi (balra), valamint az SFHo állapotegyenlettel [2] számolt neutroncsillagok tömeg–sugár relációja forgásmentes esetben és különböző frekvenciájú forgások esetén (jobbra). A hibrid csillagok állapotegyenletének előállításához a nyomás-interpoláció módszerét használtam [3], alacsony sűrűségeknél az SFHo állapotegyenletet alkalmazva. n_{trans} a fázisátalakulás barionsűrűségben vett közepét jelöli ($n_0 = 0.16 \text{ fm}^{-3}$), g_v pedig a kvark–vektormezon csatolási állandó.

módon – a perturbatív módszer alkalmazhatóságát valójában éppen a deformáció mértéke szabja meg, neutroncsillagok esetén még egy 200 Hz frekvenciával forgó milliszekundumos pulzár is „lassan forgónak” tekinthető. Az így kapott eredmények az 1. ábra jobb oldali paneljén láthatók. Látható, hogy a forgás kis mértékű deformációt okoz még 200 – 300 Hz-es forgási frekvencia esetén is.

A félév során folytattam a közös munkát az ELTE gravitációs hullámokkal foglalkozó csoportjával egy alacsony költségű, kHz-es frekvencián érzékeny gravitációshullámdetektor megtervezésén. Emellett egy geofizikai kutatásba is bekapcsolódtam, amelyben az ionoszférában létrejövő elektromágneses hullámokat vizsgáltuk a nappal-éjszaka aszimmetriát is figyelembe véve, valamint összehasonlítva az erre a problémára alkalmazott analitikus és numerikus módszereket. A kutatás eredményeit a félév során publikáltuk is.

Hivatkozások

- [1] J. B. Hartle, *Astrophys. J.* 150, 1005 (1967)
- [2] A. W. Steiner, M. Hempel, T. Fischer, *Astrophys. J.* 774, 17 (2013)
- [3] K. Masuda, T. Hatsuda, T. Takatsuka, *PTEP* 2013, 073D01 (2013)

2. Féléves tanulmányok

A félév során a következő két kurzust végeztem el:

- FIZ/2/132 Asztro-részecskefizika, Dr. Trócsányi Zoltán
- FIZ/3/060E Kvantuminformáció-elmélet, Diósi Lajos

3. Publikációk

Az előző félév óta megjelent publikációk:

1. **J. Takátsy**, P. Kovács: Comment on “Tidal Love numbers of neutron and self-bound quark stars”, Phys. Rev. D, 102, 028501, 2020 Július
2. P. Kovács, **J. Takátsy**: Hybrid star construction with the extended linear sigma model: preliminary results, Acta Phys. Pol. B Proc. Suppl., 14, 127, 2021 (konferenciakötet)

A jelenlegi félév során publikált közlemények:

3. E. Prácer, T. Bozóki, G. Sători, **J. Takátsy**, E. Williams, A. Guha: *Two Approaches for Modeling ELF Wave Propagation in the Earth-Ionosphere Cavity with Day-Night Asymmetry*, IEEE Trans. on Ant. & Prop., 2020 December (*early access*)
4. **J. Takátsy**, P. Kovács, Gy. Wolf: *Hybrid star properties from an extended linear sigma model*, Astron. Nachr., *megjelenés alatt* (konferenciakötet)

4. Konferencia részvétel

- 20th Zimányi School, Winter Workshop on Heavy Ion Physics, Budapest, 2020

5. Oktatási tevékenység

A félév során én tartottam a Fizika BSc. alatt kötelező *Klasszikus Fizika Laboratórium* optika méréseit a szerdai csoportnak.

6. Egyéb szakmai tevékenység

Az előző félévben elnyert, rövid kutatóutakat finanszírozó támogatást azóta sem sikerült felhasználnom, a járványhelyzet miatt ugyanis ismét el kellett halasztani az utazást. A jelenleg kitűzött dátum 2021 március. A félévben ezen kívül részt vettem az Ortvay Rudolf Fizikai Problémamegoldó Versenyen, ahol 2. díjat kaptam.