

Féléves beszámoló - 2. félév

# Kompakt csillagok tulajdonságainak vizsgálata effektív modellekkel

TAKÁTSY JÁNOS  
*Fizikai tudományok  
doktori iskola*

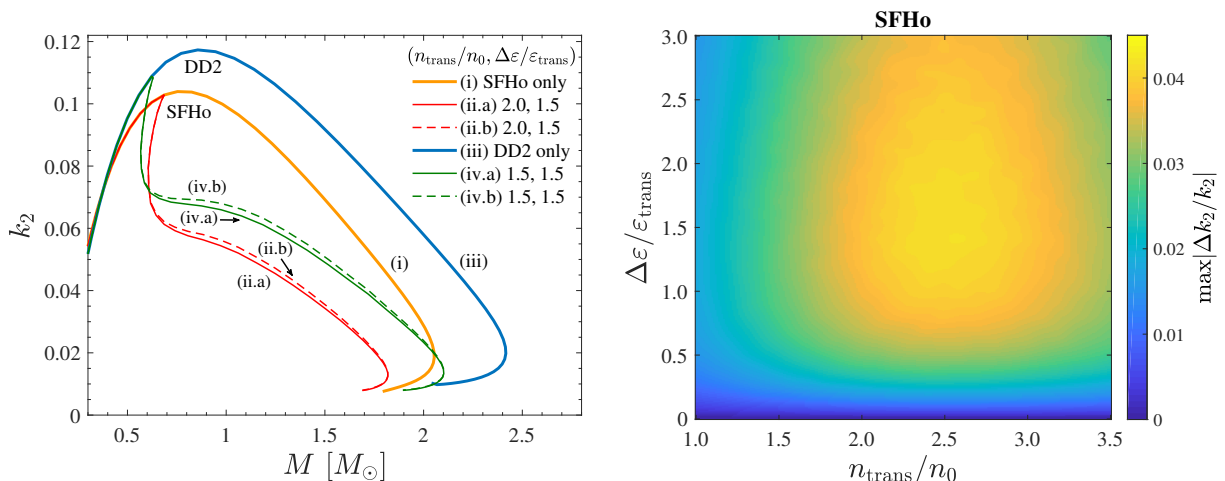
DR. KOVÁCS PÉTER  
*Tudományos főmunkatárs  
Wigner FK  
Témavezető*

2020. június 19.

## 1. Az aktuális félévben végzett kutatások ismertetése

A félévben folytattam a korábban elkezdett munkát, melynek során a hadronikus és kvark fázis közötti fázisátalakulás lehetséges megvalósításait vizsgáltam nulla hőmérsékleten. A módszerek közül kettőt vizsgáltunk meg részletesebben témavezetőmmel, melyek közül egyiket a kutatásom fő tárgyát képező kibővített lineáris szigma-modellre (eLSM) is alkalmaztunk. Az egyik módszer az ún. statisztikus bezárás [1,2], mely során egy „zsák” teret vezetünk be, amely dinamikai változóként a Fermi-Dirac eloszlásban egy impulzusbeli levágást hoz létre, így elérve, hogy nagy sűrűségeen a nukleon mezők, alacsony sűrűségeen pedig a kvark mezők tűnjenek el. A másik módszer során a két fázis állapot-egyenletei, konkrétan a  $p(\rho_B)$  függvények között – ahol  $\rho_B$  a barionsűrűség – hozunk létre egy „sima” interpolációt. A módszer során az energiasűrűséget a termodinamikai relációk fenntartásának megkövetelésével számoljuk ki. Ezt az eljárást alkalmaztuk az eLSM-re, az eredményeket pedig témavezetőm az EQCD 2020 konferencián ismertette. Az előadás anyagából készített proceedings jelenleg megjelenés alatt áll.

Folytattam a vektormezon-kondenzátumok megfelelő beillesztését az eLSM-be. A kondenzátumok behelyettesítése után a mezontömegekben olyan kevert tagok jelennek meg, amelyeket nem lehet egyszerű módon kitranszformálni, így első közelítésként ezeket a kevert tagokat elhagytuk, arra alapozva, hogy a vektormezon-kondenzátumok zérus kémiai potenciál mellett biztosan eltűnnek, így alulról indulva egy bizonyos sűrűségig biztosan



1. ábra. Az eltérés a Love-számokban, amennyiben a hibás (szaggatott) és a helyes (folytonos) összefüggést használjuk a számolásakor (balra), valamint a maximális relatív eltérés különböző sűrűségeken bekövetkező és különböző erősségű elsőrendű fázisátalakulások esetén, amennyiben a maganyagot az SFHo [5] állapotegyenlettel modellezzük (jobbra).

helytálló a közelítés. A közelítés alkalmazása után meghatároztam a mezőegyenleteket. Az egyenletek ellenőrzése után a következő lépés az állapotegyenlet numerikus számolása lesz, valamint a közelítés érvényességi tartományának meghatározása.

Az árapály-deformációs paraméter számolásához szükséges cikkek feldolgozása közben egy korábbi cikkben [4] észrevettem egy elírt egyenletet, amit azonban azóta több másik cikk is felhasznált. Az összefüggés az árapály-deformációs paraméter számolásakor használandó, amennyiben az állapotegyenlet tartalmaz elsőrendű fázisátalakulást. Témavezetőmmel ezzel kapcsolatban egy komment cikket írtunk a Physical Review D folyóiratba – ahol az eredeti cikk is megjelent –, amelyet azóta pozitív visszajelzések mellett el is bíráltak, és várhatóan hamarosan el is fogadnak. Az 1. ábrán a cikkben szereplő ábrák egy része látható.

A félev során becsatlakoztam egy másik, párhuzamosan futó ELTE-s kutatásba is, amely egy kHz-es frekvencián érzékeny gravitációshullám-detektor megtervezését célozta meg. A kutatás során segítettem kijelölni, milyen típusú gravitációshullám-jelekre történjen az optimalizálás, valamint az optimális detektor paramétereit is meghatároztam.

## Hivatkozások

- [1] S. Benic, I. Mishustin, C. Sasaki, Phys. Rev. D 91, 125034 (2015)
- [2] M. Marczenko, et al., Phys. Rev. D 98, 103021 (2018)
- [3] K. Masuda, T. Hatsuda, T. Takatsuka, PTEP 2013, 073D01 (2013)

[4] S. Postnikov, M. Prakash, J. M. Lattimer, Phys. Rev. D 82, 024016 (2010)

[5] A. W. Steiner, M. Hempel, T. Fischer, Astrophys. J. 774, 17 (2013)

## 2. Féléves tanulmányok

A félév során a következő három kurzust végeztem el:

- FIZ/2/008E Szolitonok és instantonok I., Nógrádi Dániel
- FIZ/2/080E Kompakt csillagok szerkezete, Barnaföldi Gergely
- FIZ/3/089 Mélytanulás és gépi tanulás a tudományokban, Csabai István és Pataki Bálint Ármin

## 3. Publikációk

1. **J. Takátsy**, P. Kovács: Comment on “Tidal Love numbers of neutron and self-bound quark stars”, Phys. Rev. D, *bírálat alatt*
2. P. Kovács, **J. Takátsy**: Hybrid star construction with the extended linear sigma model: preliminary results, EQCD 2020 konferencia proceedings, *megjelenés alatt*

## 4. Konferencia részvétel

A félév során két konferenciára is terveztem elmenni, amelyek azonban a járványhelyzet miatt egy évvel el lettek halasztva.

## 5. Egyéb szakmai tevékenység

Márciusban megpályáztam a PHAROS COST akció keretében meghirdetett rövid kutatóutakat finanszírozó támogatást, melyet oda is ítéltek nekem. A kutatóútra június közepe és július közepe között került volna sor, azonban a járványhelyzetre való tekintettel a látogatást elhalasztottuk. A jelenlegi állás szerint szeptemberben valósul meg a kutatóút.