

IV. félévi beszámoló
Szölgyén Ákos (szolgyen@caesar.elte.hu)
Részecskefizika és csillagászat program
Témavezető: Dr. Kocsis Bence
A dolgozat címe: Fekete lyukak dinamikája galaxismagokban

1. Előzmények

A PhD képzés harmadik és negyedik szemeszterében főként a forgó gömbhalmazok sztellárdinamikai tulajdonságainak vizsgáltával foglalkoztam. Célom a gömbhalmazokban kialakuló tömegszegregáció inklináció függőségének vizsgálta volt, direkt N-test szimulációk adataiban, különböző kezdeti feltételek függvényében. Eredményeim azt mutatták, hogy a forgó gömbhalmaz-modellek esetében megjelenik egy anizotróp tömegszegregáció a jól ismert radiális tömegszegregációs effektuson felül, azzal megegyező időskálán. Mivel egyre több precíziós asztrometriai mérés bizonyítja, hogy a galaxisban található gömbhalmazok többsége rendelkezik nem elhanyagolható inherens forgással¹, azt jósoljuk, hogy az anizotróp tömegszegregáció következtében a nagyobb tömegű objektumok (tipikusan fekete lyukak) egy korongba rendeződve keringenek a forgó gömbhalmazok egyenlítői síkja mentén a centrum közelében.

2. Az előző három félévben elért kutatási eredmények összegzése

A doktori iskola első három szemeszterében két különálló kutatási projektet vezettem. Az első célja a galaxismagokban lévő fekete lyukak egyensúlyi eloszlásának megtalálása volt. Egy új Monte Carlo Markov Chain módszer fejlesztettem ki, amellyel szimuláltam a galaxismagjában lévő csillagok és kompakt objektumok pályáinak gravitációs kölcsönhatását. Megfigyeltem a rendszerben a vektor rezonáns relaxáció következtében kialakuló anizotróp tömegszegregációt. Eredményeim azt mutatták, hogy a nagy tömegű csillagok és fekete lyukak statisztikusan egy hajlott korongba rendeződnek. Ez a struktúra a vektor rezonáns relaxáció szempontjából a rendszernek egy termális egyensúlyi állapota. Eredményeinket Kocsis Bencével a *Physical Review Letters*-ben publikáltuk 2018-ban.

A második projekt célja az anizotróp tömegszegregáció vizsgálata volt forgó gömbhalmazokban direkt N-test szimulációk fejlesztésével és futtatásával. A munka összefoglalóját lásd az előző (Előzmények c.) bekezdésben.

3. Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

Az Előzmények c. bekezdésben összefoglalt kutatási projekt eredményeiből szakcikket írtam Yohai Meiron és Kocsis Bence társszerzőkkel. A tanulmányt az *Astrophysical Journal* folyóiratnak küldtem be március 27-én. A cikk jelenleg bírálati fázisban van. Ezt követően egy új kutatási projekt tervének kidolgozását kezdtem meg, amelynek célja a sűrű csillaghalmazok ütközéses kialakulásának és evolúciójának teljes N-test szimulációja a phi-GRAPE nevű GPU-ra fejlesztett programcsomaggal.

A korábbi munkáimban a galaxismagok és a forgó gömbhalmazok kezdeti struktúráját nem modelleztem, előre meghatározott kezdeti feltételekből indítottam a szimulációimat. A galaxismagok esetén ezek bespirálózó, az árapály erők által szétszakított csillaghalmazok korongba rendezett a priori *modelljei* voltak. A gömbhalmazok esetében pedig *forgó King-modelleket* használtam kezdeti feltételként.

¹ Bianchini, P., van der Marel, R. P., del Pino, A., et al., *MNRAS*, 481,2125. (2018)

Ezzel szemben most az a célom, hogy maguknak a nukleáris csillag klasztereknek a kialakulását is végig kövessem az N-test szimulációkban. Ebben az esetben a bespiráló és szétszakított gömbhalmazokra vonatkozóan nem élek a korong-modell koncepciójával. A nukleáris csillag klaszter teljes kialakulását és evolúcióját a szimuláció modellezi, hasonlóan a gömbhalmazok kialakulását is. Utóbbi esetben ősi, kisebb csillaghalmazok összeolvadása eredményeként származtatom a ma megfigyelt, több csillag populációval rendelkező, forgó gömbhalmazokat. A kisebb csillaghalmazok sorozatos ütközését az N-test szimulációban követem nyomon.

Célom, hogy az így nyert, a teljes teljes dinamikai evolúciót figyelembe vevő modell eredményeiben megkeressem és megvizsgáljam az anizotróp tömegszegregáció jelét. A kutatás során Dr. Manuel Arca Sedaval dolgozom együtt, aki a Heidelbergi Egyetem posztdoktori kutatója. A szorosabb együttműködés érdekében egy Short Term Scientific Mission pályázatot nyújtottam be a COST Action CA16104 által finanszírozott GWverse projekthez. Pályázatomat elfogadták, így 2019. július 13-tól három hetet töltök a Heidelbergi Egyetem Csillagászati Intézetében vendég kutatóként, ahol a fentebb vázolt kutatást folytatom.

4. Publikáció

- Á. Szölgvény & B. Kocsis, Black Hole Disks in Galactic Nuclei, *Physical Review Letters*, 2018, Volume **121**, Issue 10, doi:10.1103/PhysRevLett.121.101101
- Á. Szölgvény, Y. Meiron & B. Kocsis, Anisotropic Mass Segregation in Rotating Globular Clusters, *submitted to ApJ*, arXiv: 1903.11610

5. Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

- Adatbányászat a csillagászatban (FIZ/2/119)

6. Konferenciák a doktori képzés alatt

- Kavli RISE Summer School on Gravitational Waves - elfogadott jelentkezés, Cambridge, Egyesült Királyság 2019. szeptember 23. és 27. között.
- MODEST-19 & IAU Symposium on Star Clusters - *From the Milky Way to the Early Universe*, Bologna, Olaszország 2019. május 25. és 31. között. - **poszter prezentáció**
- YAGN18 - *Young Astronomers on Galactic Nuclei 2018* ELTE 2018. október 29. és 31. között. - **meghívott előadó**
- SFB Workshop on Star Clusters around the Milky Way and in the Local Group (2018) Heidelbergi Egyetem, Németország 2018. augusztus 15. és 17. között. - **előadó**
- UNSOLVED PROBLEMS in Astrophysics and Cosmology (2018) ELTE 2018. július 2. és 6. Között. - **csak hallgató**
- MODEST-18 - *18th workshop on Modeling and Observing DENSE STellar systems* Santorini, Görögország 2018. június 25. és 29 között. - **előadó**
- 48th Saas-Fee course: Black hole formation and growth Saas-Fee, Svájc 2018. január 28. és február 3. között. - **poszter prezentáció**

7. Szeminárium részvétel

- Heti rendszerességű Astrophysics Lunch
- Heti rendszerességű GalNUC Seminar
- Kéthetente tartott intézeti Ortvay Kollokvium

8. Összesített oktatási tevékenység

- Vektorszámítás gyakorlat a 2018/2019-es tanév első szemeszterében
- Környezetfizikai Módszerek Laboratórium (Vizek tríciumtartalmának meghatározása) a 2017/2018-es tanév második szemeszterében

9. Pályázatok

- ÚNKP a 2017/2018-es tanévre
- COST Action CA16104 GWverse STSM - vendégkutatói pályázat

Kelt.: Budapest, 2019. május 24.