

I. félévi beszámoló

Középnéhez fekete lyukak dinamikája

Részecskefizika és csillagászat

Deme Barnabás (deme.barnabas@gmail.com)
Témavezető: Dr. Kocsis Bence

2019 január

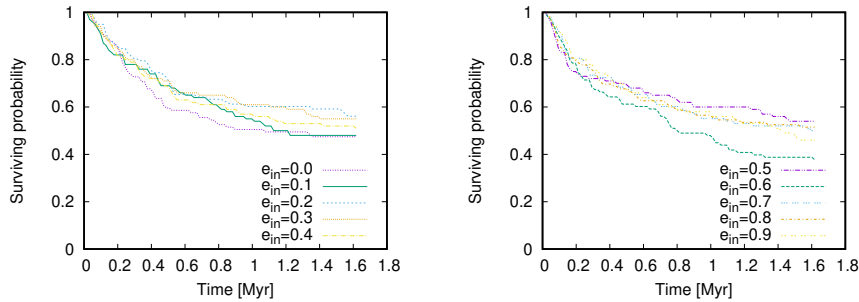
1. Vizsgált problémakör

Az ismert fekete lyukak tömeg szerinti eloszlását vizsgálva azonnal szembe-tűnik, hogy két élesen elváló csoportba sorolhatók. A csillagtömegű objektumok néhány tízszeres naptömeggel rendelkeznek, kialakulásuk feltehetően kellően nagy kezdeti tömeggel rendelkező csillagok gravitációs összeomlására, illetve ilyen fekete lyukak összeolvadására vezethető vissza. A masszív fekete lyukak tömegének alsó határa inkább egymillió naptömeg körül van, a felső pedig ennek több ezerszeresére tehető. A tömegspektrum közbenső tartományának egyelőre nincs megerősített képviselője.

A galaxisok központi régiójának (ún. nukleuszának) kialakulásáról szóló jelenlegi elméleteink alapján azt várjuk, hogy ott hozzávetőlegesen 5-10 középnéhez fekete lyuk található [Arca-Sedda and Gualandris, 2018]. Ezek jelentékeny perturbáló hatással vannak a nukleuszban jelen lévő fekete lyuk hármásokra. Utóbbiak alatt olyan naptömegű fekete lyuk kettősöket értünk, melyek tömegközéppontja a központi masszív fekete lyuk körül kering, és ezáltal Lidov-Kozai oszcillációkat produkálnak [Hoang et al., 2018]. A fekete lyuk kettősök excentricitásának illetően ingadozásai csak a paraméterter bizonyos tartományában stabilak [Mardling and Aarseth, 2001]: a középnéhez fekete lyukak részéről érkező, fent említett perturbáció pedig képes ilyen értelemben destabilizálni a kettősöket, azok 'túlélési valószínűségét' ezáltal szignifikánsan csökkentve (ld. 1. ábra).

2. Féléves kutatás ismertetése

Doktori kutatásom első félévében számítógépes szimulációkkal igyekeztem alátámasztani a fenti hipotézist. Ehhez az ARCHAIN nevű n-test integrátor egy továbbfejlesztett verzióját használtam [Mikkola and Aarseth, 1990, Mikkola and Tanikawa, 1999, Mikkola and Merritt, 2008, Arca-Sedda and Capuzzo-Dolcetta, 2017], melyet a debreceni HPC klaszteren futtattam. Céлом az volt, hogy a naptömegű fekete lyuk kettősök kezdeti paramétereinek függvényében megvizsgáljam, mennyi idő alatt bomlanak szét a környezetből érkező perturbációk hatására. A paraméterter feltérképezése végett több mint 4000 szimulációt futtattam le. Az adatok kiértékelése még tart, kvalitatíve azonban már most



1. ábra. Egy masszív fekete lyuk körül keringő kettős 'túlélési valószínűsége' közepnehéz fekete lyukak jelenlétében [Deme and Kocsis, in prep.]. A különböző színű görbék a kettős kezdeti excentricitásainak felelnek meg

is látszik, hogy a közepnehéz fekete lyukak kb. egymillió éves időskálán felére csökkentik a kettősök számát.

3. Publikációk

- Az első féléves kutatásomból készülő publikáció [Deme and Kocsis, in prep.] már előrehaladott állapotban van. A szimulációk mindegyike lefutott, jelenleg a cikk diszkusszióját írom.
- Ebben a szemeszterben jelent meg az előző projektemet összefoglaló publikáció [Deme et al., 2018]. Ebben a korlátozott háromtest-probléma egy speciális esetét vizsgáltuk egy olyan modell keretében, ami a csillagközi molekulafelhők belsejében kialakult presztelláris magok dinamikáját írja le.

4. Tanulmányi tevékenység

Ebben a szemeszterben két kurzust hallgattam.

- Nagyenergiás asztrofizika (FIZ/2/118)
 - Elsősorban a különböző nagyenergiás hullámhosszakon megfigyelhető jelenségek (gammakitörések, röntgensugárzó intraklaszter közegek) fizikai hátteréről tanultam belőle sokat.
- Physics of the solar atmosphere (FIZ/2/071E)
 - Mindenekelőtt a napaktivitás hátterében álló fluxuscső-dinamikáról tanultam meg sokat a tárgy keretein belül.

5. Előadások

- Részt vettem előadóként a 2018-as YAGN (Young Astronomers on Galactic Nuclei) konferencián, melynek idején az ELTE adott helyszínt. Prezentációmban a fent ismertetett kutatás addig eredményeiről adtam elő.
- Emellett előadtam kutatócsoportunk (GALNUC) heti rendszerességgel megtartott szemináriumán is, ugyancsak a fenti témában.
- Az ugyancsak hetente megtartott asztrofizikus találkozó ('Astropizza') keretén belül is többször felszólaltam cikkismertetés céljából.

6. Oktatási tevékenység

Ebben a szemeszterben a Csillagászati észlelési gyakorlatok I. (cseszlgyk1g17ga, cg1n4eg1) című tárgyat oktattam fizika illetve földtudomány alapszakosoknak. A tárgy bevezette a hallgatókat a távcsövek működésének alapelveibe, a legalapvetőbb megfigyelhető mennyiségek fizikájába (fluxus, távolságmeghatározás, stb.) illetve a koordinátarendszerek használatába.

Hivatkozások

- M. Arca-Sedda and A. Gualandris. Gravitational wave sources from inspiralling globular clusters in the Galactic Centre and similar environments. *MNRAS*, 477:4423–4442, July 2018. doi: 10.1093/mnras/sty922.
- B.-M. Hoang, S. Naoz, B. Kocsis, F. A. Rasio, and F. Dosopoulou. Black Hole Mergers in Galactic Nuclei Induced by the Eccentric Kozai-Lidov Effect. *ApJ*, 856:140, April 2018. doi: 10.3847/1538-4357/aaafce.
- R. A. Mardling and S. J. Aarseth. Tidal interactions in star cluster simulations. *MNRAS*, 321:398–420, March 2001. doi: 10.1046/j.1365-8711.2001.03974.x.
- B. Deme and B. Kocsis. Merger and disruption of stellar mass black hole binaries driven by intermediate mass black holes in galactic nucle. *MNRAS*, in prep.
- S. Mikkola and S. J. Aarseth. A chain regularization method for the few-body problem. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 47:375–390, 1990.
- S. Mikkola and K. Tanikawa. Algorithmic regularization of the few-body problem. *MNRAS*, 310:745–749, December 1999. doi: 10.1046/j.1365-8711.1999.02982.x.
- S. Mikkola and D. Merritt. Implementing Few-Body Algorithmic Regularization with Post-Newtonian Terms. *AJ*, 135:2398–2405, June 2008. doi: 10.1088/0004-6256/135/6/2398.
- M. Arca-Sedda and R. Capuzzo-Dolcetta. The MEGaN project II. Gravitational waves from intermediate mass- and binary black holes around a supermassive black hole. *ArXiv e-prints*, September 2017.

B. Deme, B. Érdi, and L. V. Tóth. The restricted three-body problem in cylindrical clouds. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 130:73, November 2018. doi: 10.1007/s10569-018-9869-x.