

2016/2017/2

Féléves beszámoló

Kovács Orsolya Eszter, PhD hallgató

Fizika Doktori Iskola, Részecskefizika és csillagászat program

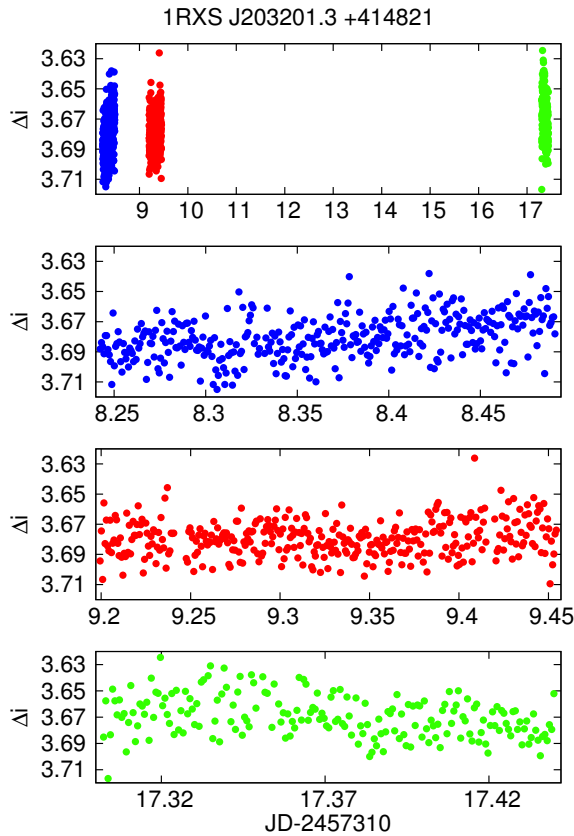
Témavezető: Vida Krisztián, MTA CSFK KTM CSI
Társ-témavezető: Forgácsné Dajka Emese, ELTE TTK

2017. június

A második félévemet Cambridge-ben töltöttem a Harvard–Smithsonian Center for Astrophysics doktori képzésen részt vevők számára kialakított programján (*Smithsonian Astrophysical Observatory Predoctoral Program*) áprilisi kezdettel, Bogdán Ákossal együttműködve. A félév során rendszeres kapcsolatban álltam otthoni témavezetőmmel, valamint a felvett kurzusok (Csillagaktivitás – aktív csillagok I. EA, Az intersztelláris anyag fizikája I.) oktatóival.

A kintlétem alatt elsődleges céloom elsajátítani a röntgentartományban készült mérések feldolgozásával, illetve kiértékelésével kapcsolatos tudnivalókat. A félévem jelentős részét ennek a témának a megismerése töltötte ki, egy, a csillagaktivitástól különböző kérdéskör vizsgálatán keresztül. Az itt elsajátítottakat majd a nyílthalmazok vizsgálatánál alkalmazom, mivel a mágneses aktivitás jegyeinek keresése gyakran röntgen tartományban is indokolt. Tipikus példa erre a flerjelenség: a flerek a legáltalánosabb esetben a csillag légkörében (kromoszféra, korona) figyelhetők meg, és a mágneses erővonalak rekonstrukciója során felszabadult energia táplálja őket, sugárzásuk jelentős része a röntgen tartományba esik. Kivételesen nagy kitörések esetén az energia képes lehatolni a fotoszféráig, a flerek kizárólag ekkor válnak láthatóvá az optikai tartományban. Elképzeléseim szerint a PhD dolgozatomban felhasznált eredményeket az optikai tartományban mért adatok és archív röntgenadatok fúziójából nyerem.

A Chandra és az XMM–Newton röntgenműholdak archívuma 45 olyan nyílthalmazról tartalmaz méréseket, amelyek a Naprendszer viszonylag közeli, 1 kpc-es környezetében találhatóak. Az ilyen közeli nyílthalmazok csillagain fellépő flerjelenségek a piszkétetői adatsorokon is jól látszódnak, ezért a mintámat eszerint szűkíttem. A halmazokról a látható tartományban jelenleg is készülnek a mérések 4 színben a 90 cm-es Schmidt-távcsővel. (A nyílthalmazok listája: NGC 0752, NGC 2682, NGC 2632, NGC 1039, NGC 6633.)



a teljes észlelési időszakot, az alatta lévő három ábra az egyes éjszakákat külön-külön mutatja.

Az előző félévben vizsgált barna törpékkel kapcsolatos eredményekből posztert készítettünk Vida Krisztiánnal, Kriskovics Leventével és Oláh Katalinnal (*Looking for Stellar Activity in Brown Dwarfs*) a *Stellar Magnetism: Challenges, Connections and Prospects – 14th Potsdam Thinkshop* c. konferenciára. A célpontokat a fotometriai vizsgálatoknak vetettük alá mágneses aktivitás által okozott fényességváltozások után kutatva. A poszterre 6 barna törpe fénygörbéje került fel. Ezekről 1 – 5 éjszakányi (~ 3, 5 – 17 h) mérés készült Sloan *i* szűrővel. Szignifikáns, pl. flerre utaló változást ezidő alatt egyetlen törpe sem mutatott, a fényességváltozások mértéke (0,1 – 0,01 m) és szabálytalansága nem utal egyértelmű aktivitásra, ám nem vetettük el egy új, esetleg nagyobb minta vizsgálatának lehetőségét sem. A baloldali ábrán látható az egyik barna törpe fénygörbéje: a legfelső ábra

A CfA-n aktív galaxisok röntgenspektrumait vizsgáljuk, és előtérgalaxisok által hagyott abszorpciós vonalakat keresünk bennük.

A galaxiskeletkezést leíró modellek szerint a galaxisok körüli sötét anyag halóban létezik egy forró gáz alkotta, kiterjedt röntgenkorona a centrumtól több kpc-re. A röntgensugárzás eredete masszív spirálgalaxisok esetén a galaxisba behulló, ütközés által felforrósodott gáz sugárzása, melynek hullási ideje olyan hosszú, hogy a röntgensugárzás a mai galaxisok esetén is megfigyelhető. Az utóbbi években számos spirálgalaxis esetén (pl. NGC1961, UGC12591, NGC266) megfigyeltek ilyen röntgenkoronát, ám ezek a felfedezések a galaxis viriálsugarának csupán 15 %-át érintik, így a koronában lévő gáztömeg pár százalékáról adnak csak számot. Az ezzel kapcsolatos kutatások hozzájárulnak egyrészt a galaxisfejlődést leíró modellek pontosításához, másrészt a hiányzó barionos anyag problémájának megoldásához.

A forró gáz sugárzásában a legerősebb röntgen vonalak az O VII, az O VIII, a C V és a Ne IX ionoktól várhatók. Ezek egy távoli, fényes háttérgalaxis spektrumában abszorpcióként jelennek meg, hasonlóan a Ly α erdőhöz, amit a távoli kvazár előterében lévő semleges hidrogénfelhők abszorpciója okoz. Ebből kiindulva célunk a megfelelő abszorpciós vonalak beazonosítása és tanulmányozása több kvazár spektrumában, ami fényt deríthet az előtérgalaxisok röntgenkoronájában lévő gázra.

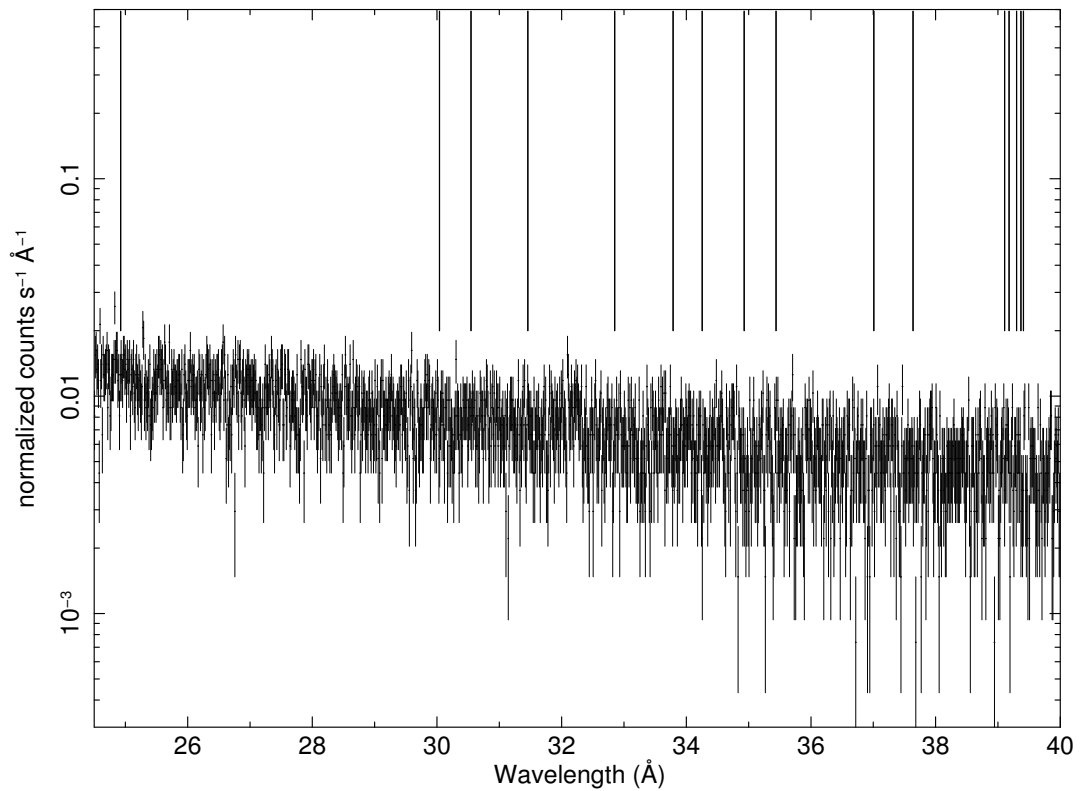
Több spektrumot összeadva növekszik a jel–zaj arány; a célpontjaink között ezért több fényes kvazár is szerepel, melyek előterében több galaxis található, ezenkívül minden célpontról több észlelés áll rendelkezésünkre. Ezek a lehetőségek szerint mind összeadásra kerülnek. A kvazár előterében lévő rendszerek száma a kvazár UV spektrumában hagyott abszorpciós vonalak száma alapján lett megállapítva. A mintánk kezdetben 4 kvazárt tartalmazott, melyek előterében a NASA Extragalactical Database (NED) szerint összesen 89 rendszer található, de később megvizsgáltuk további kvazárok spektrumait is – először a Chandra Low Energy Transmission Grating spektrográfjának, utána az XMM–Newton Reflection Grating Spectrometer adatai alapján.

A Chandra adatainak a feldolgozásához a CIAO Data Analysis Software-t és a Python-t használtam. A spektrumot tartalmazó fits fájlokat annyiszor es úgy toltam el hullámhosszban, hogy az adott vöröseltolódáson lévő előtérrendszerekből származó vonalak egy helyen, $z=0$ -ban legyenek. Így egy spektrum felhasználásával annyi spektrumot készítettem, ahány előtérgalaxis tartozott az adott kvazárhoz, és ezeket már össze lehetett adni, mivel a kérdéses spektrumvonalak mind a laboratóriumi hullámhosszokon voltak. A műveletek elvégzésénél ügyelnem kellett többek között arra, hogy minden előállt spektrum rendelkezzen egy alkalmas ún. Response Matrix File-lal, ami gyakorlatilag a csatorna–energia, ill. csatorna–hullámhossz konverziót adja meg, valamint egy alkalmas ún. Auxiliary Response File-lal, ami a detektor effektív területét és érzékenységét tartalmazza a mérés időpontjában. Az összeadást utolsó lépésként az összes észlelésre elvégeztem, majd az XSPEC (X-ray Spectral Fitting Package) csomag használatával vágtam ki a vizsgálandó hullámhossz–intervallumokat (O VII, C V, Ne IX, O VII, C VI, Ne X, N V, N VI).

A következő oldali ábrán a 3C 454.3 spektruma látható; a függőleges vonalak az előtérrendszerek O VII hullámhosszon elnyelt vonalának helyét jelölik a vöröseltolódás alapján. Maga a kvazár $z=0,859$ távolságra van tőlünk (ez a minta legtávolabbi tagja), az előtte lévő 16 rendszer pedig a $z=0,1538 - 0,8243$ távolságintervallumban helyezkedik el.

A Sloan Digital Sky Survey (SDSS) adatbázisából kiválogattuk azokat a galaxisokat, melyek a kvazártól adott vetített távolságra és adott vöröseltolódáson belül találhatóak, tehát potenciális megfelelői a NED előtérrendszereknek. Az SDSS galaxisoknak a fotometriai vöröseltolódáson kívül ismert a látszó magnitúdója több színben, ami alapján a csillagos tömegehez tartozó tömeg–luminozitás relációt felhasználva kiszámoltam a galaxis csillagos tömegét, majd a csillagos tömeg és halótömeg között fennálló relációt felhasználva a halótömeget, végül a teljes galaxistömeg alapján a galaxis viriálsugarát. Ezek alapján tudunk szűrni azokra a galaxisokra, amelyek tömege, valamint vetített távolsága a kvazártól elegendő ahhoz, hogy a várt vonalakat produkálják a spektrumokban.

3C 454.3, HRC-S



Jelenleg az XMM-Newton adatainak feldolgozása zajlik összesen 10 aktív galaxisra, melyek magukba foglalják azt a 4 galaxist, amiket a Chandra mérései alapján tanulmányoztunk. A spektrumok előállítását a SAS (Scientific Analysis System) programcsomaggal, az egyéb műveleteket pedig a Pythonnal végeztem.

Az eredményekből poszter készül, amivel a 16. *High Energy Astrophysics Division Meetingen* fogunk részt venni augusztusban.