

4. Félévi beszámoló
Szigeti László (szilac@gothard.hu)
Fizika doktori iskola
Témavezető: Mészáros Szabolcs

Bevezetés:

Témavezetőm, Mészáros Szabolcs által lehetőségem nyílt csatlakozni korunk egyik legnagyobb spektroszkópiai égboltfelmérő programjához, az APOGEE-hez. Eddigi tanulmányaim alatt betekintést nyerhettem az igen sikeres, magas színvonalú és nagy költségvetésű tudományos program belső működésébe. Nemcsak a tudományos eredményeket, felfedezéseket, technikai hátterét, hanem tudománypolitikai álláspontját is megismerhettem a programnak.

Az előző 3 félévben elért kutatás összegzése:

Képzésem elején az APOGEE munkájába kapcsolódtam be és technikai oldalról támogattam a program sikerét. Ez első sorban a déli égbolton észlelt objektumok listájának előkészítését jelentette, amely elősegíti az akkoriban még csak épülő, azóta a déli féltekén üzembe helyezett ikerspektrográf kalibrálását. Megismerkedtem az APOGEE adatstuktúrájával és a használatával. Első kutatási témám célja az volt, hogy minél több csillag esetében meghatározzam a szén 12-es és 13-as izotópjának az arányát és ezeket az értékeket összehasonlítsam a jelenleg használatos csillag modellekkel.

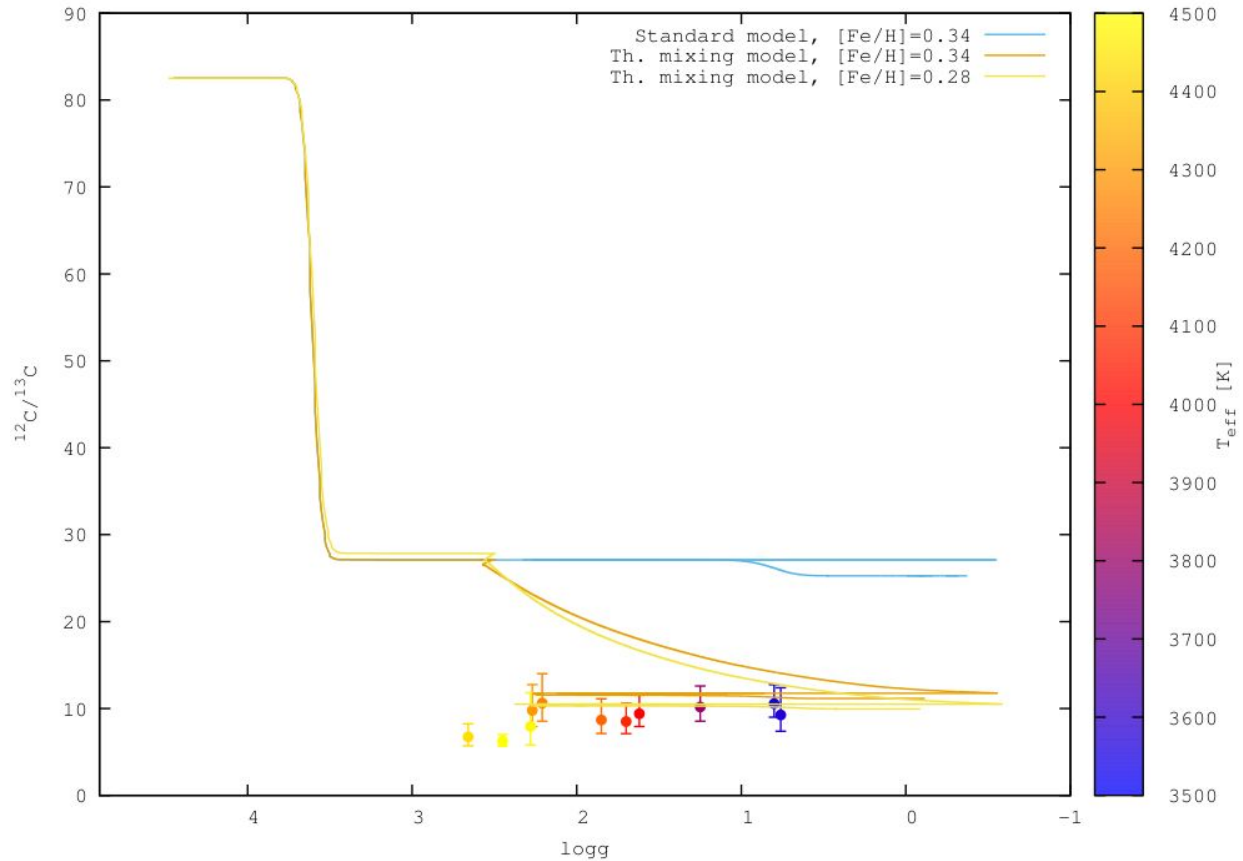
A szén izotóparány változása az egyik legjobb indikátora a felkeveredési folyamatoknak, ugyanis a fősorozati fejlődése folyamán a CNO ciklus által a csillagok belsejében a 12-es szén aránya csökken és a 13-as szén nagyjából állandó marad (Smith, et al. 2013). Az óriáságra történő fejlődés közben a mag anyaga részben a felszínre kerül és ekkor számunkra is mérhetővé válik a felszíni összetétel megváltozása. A jelenlegi standard csillagmodell jó közelítéssel képes megjósolni a nagyobb tömegű csillagok felszíni összetétel-változását, de a kisebb tömegű csillagok esetében jelentős eltérések vannak a modell és a megfigyelések között.

Azt tűztem ki kutatásom céljául, hogy az APOGEE adatai alapján, saját kalkulációval pontosabb képet kapjak a jelenségről. Először az NGC 6819 nyílthalmaz csillagaira próbáltam meghatározni a $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ arányt, de sajnos a módszer nem volt elég érzékeny a forróbb csillagok esetében. Következő célpontom az NGC 6791 nyílthalmaz volt, ahol sikerült 11 csillag esetében kimutatni a standard modelltől jelentősen eltérő szénizotóp-arányt.

A módszerem a spektrumszintetizálás volt. Az APOGEE által meghatározott paramétereket felhasználva, szintetikus spektrumokat generáltam (MOOG, Autosynth), amelyekben csak a $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ arányt változtattam. Következő lépésben összehasonlítottam ezeket a mesterséges

spektrumokat a csillag APOGEE által rögzített spektrummal és kiválasztottam a legjobban illeszkedőt. Mikor összehasonlítottam az eredményeimet a felkeveredési modellekkel, legpontosabban a termohalin felkeveredés jósolta meg a csillagok szénizotóp arányát.

Az izotóparány és a fémesség összefüggésében az látható, hogy a fémgazdagabb csillagoknál a felkeveredés kissé erősebben jelentkezik, de a jelenség pontosabb megértéséhez nagyobb mintára van szükség.



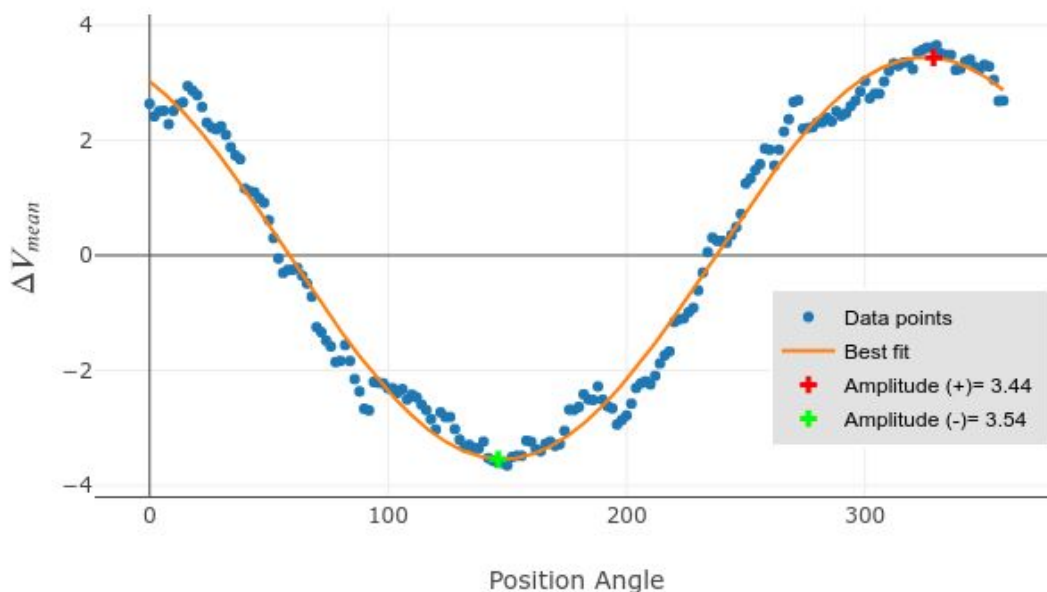
A kutatásom alatt meghatároztam azokat a hullámhossz régiókat, amelyeken a spektrum a legnagyobb változásokat mutatja, vagyis a legérzékenyebb a szénizotóp arány változására. Ennek az információnak a segítségével az APOGEE redukciós programjéért felelős munkatársak beépítették a $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ arány meghatározását az alap pipelineba (ASPCAP).

A kutatásról írt cikk az Monthly Notices of the Royal Astronomical Society hasábjain jelent meg.

A második kutatási témának a gömbhalmazok kinematikai vizsgálatát tűztem ki célul. Szintén az APOGEE kiemelkedően pontos adataira támaszkodva 10 északi gömbhalmaz forgását és a forgási tengelyének a szögét határoztam meg.

A módszer a következő: Kiválasztok egy tetszőleges forgási tengelyt, amely átmegy a gömbhalmaz középpontján. Kiszámolom, hogy a tengely két oldalára eső csillagok

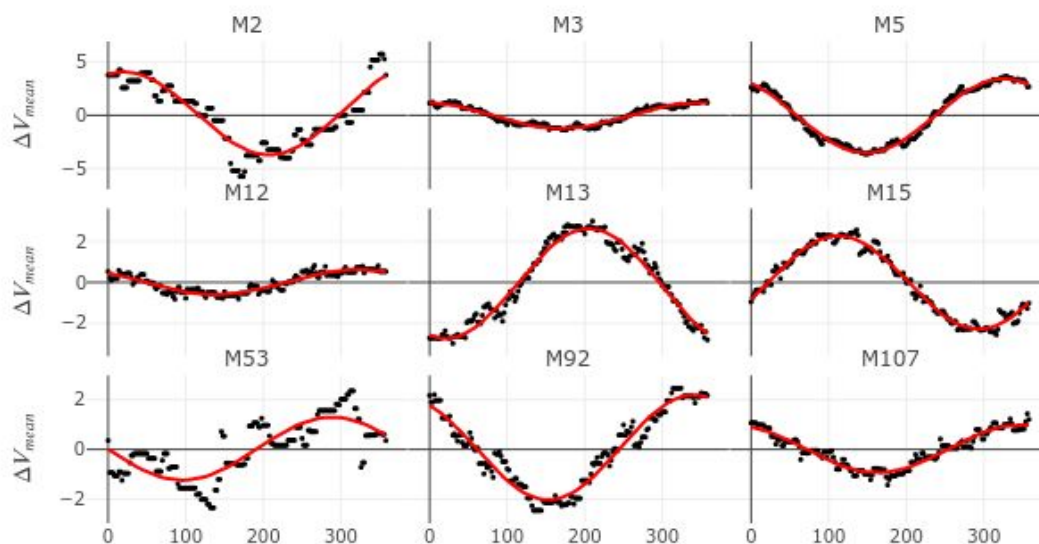
átlagsebessége hogyan viszonyul egymáshoz. Következő lépésként elfordítom egy előre meghatározott kis szöggel a forgási tengelyt, majd ismét kiszámolom a két oldalra eső csillagok átlagsebességének a különbségét. Teljesen körbeforgatva a tengelyt, minden pozíciószöghöz kapok egy sebességet. Ha felrajzolom egy grafikonra ezeket a sebesség értékeket a pozíciószög függvényében, ideális esetben egy szinuszcörbét kapok. A görbe maximumai reprezentálják azt a forgástengely-szöveget ahol a két oldalt a legnagyobb az eltérés a csillagok átlagsebességében, tehát a tengely egyik oldalán a legtöbb csillag közeledik felénk, míg a másik oldalon távolodik. A görbe amplitúdója a gömbhalmaz forgási sebesség kétszeresét határozza meg (Coté et al., 1995, Bellazzini et al., 2012).



A 10 halmazból 1 kivételével az összes esetben sikeresen meg tudtam határozni a forgás sebességét és pozíciószögét.

Az aktuális félévben elvégzett kutatás:

A jelenlegi félév folyamán tökéletesítettem az adatfeldolgozó algoritmusomat és meghatároztam mind a 10 gömbhalmaz esetében a forgási tengely szögét valamint a forgás sebességét.



Eredményeimet összehasonlítottam az irodalomban fellelhető értékekkel. A legtöbb esetben nagyon jó egyezést figyelhetünk meg.

A kutatásomat bemutató cikket az MNRAS-ban kívánom megjelentetni előreláthatóan a nyár végén.

Első szerzős publikációk:

- $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ isotopic ratios in red-giant stars of the open cluster NGC 6791 - [Szigeti, L., Mészáros, S., Smith, V. V., et al. 2018, MNRAS, 474, 4810](#)
- Rotation of 10 globular cluster based on APOGEE data - előkészületben

Társszerzős publikációk:

- Sloan Digital Sky Survey IV: Mapping the Milky Way, Nearby Galaxies, and the Distant Universe - [Blanton, M., Bershady, M., Abolfathi, B., et al. 2017, aj, 154, 28](#)
- The Fourteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey and from the Second Phase of the Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment - [Abolfathi, B., Aguado, D. S., Aguilar, G., et al. 2018, ApJS, 235, 42](#)
- A photometric study of globular clusters observed by the APOGEE survey - [Mészáros, S., García-Hernández, D. A., Cassisi, S., et al. 2018, MNRAS, 475, 1633](#)
- Large amplitude change in spot-induced rotational modulation of the Kepler Ap star KIC 2569073 - [Drury, J. A., Murphy, S. J., Derekas, A., et al. 2017, mnras, 471, 3193](#)

Konferenciák, nyári iskolák, workshopok a képzés alatt:

- SDSS IV Collaboration meeting, Santiago - Chile 2017
- NEON Observing school - La Palma 2017
- ASTERICS school - Madrid 2018
- Spectroscopic data analysis with iSpec - Wroclaw, Lengyelország, 2018
- A revolution in stellar physics with Gaia and large surveys - Varsó, Lengyelország, 2018
- SDSS IV Collaboration meeting - Ensenada, Mexico 2019

Tanulmányok a képzés folyamán:

2017/2018/1

Részképzés, kreditátvitel (NEON Observing School) - FIZ/RK-KV

Csillag- és galaxispopulációk - FIZ/2/120

Haladó informatika a csillagászatban I. EA - FIZ/2/031E

Adatbázisok kezelése a csillagászatban - FIZ/2/075

2017/2018/2

Csillagaktivitás- aktív csillagok I.-II. EA - FIZ/2/033E

Haladó informatika a csillagászatban II. - FIZ/2/064E

2018/2019/1

Fejezetek a többes csillag- és bolygórendszerek elméleti és megfigyelési kérdéseiből I. - FIZ/2/099E

2018/2019/2

Fejezetek a többes csillag- és bolygórendszerek elméleti és megfigyelési kérdéseiből II. - FIZ/2/100E