

DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO SANDAS

Dalyko pavadinimas	Mokslo kryptis (šaka) kodas	Fakultetas/ Institutas	Katedra/ Skyrius
Žvaigždžių fizika ir evoliucija	Fizika 02P	Vilniaus universiteto Fizikos fakultetas ir Teorinės fizikos ir astronomijos institutas	Astronomijos observatorija
Studijų būdas	Kreditų skaičius (ECTS)	Studijų būdas	Kreditų skaičius (ECTS)
Paskaitos	1,5	konsultacijos	
Individualus	7,5	seminarai	

Dalyko anotacija

Žvaigždžių sandara ir evoliucija: teorinio modeliavimo ir stebėjimų sintezė. Pagrindinės hidrodinamikos lygtys. Hidrodinamikos lygčių diskretizavimas: baigtinių skirtumų metodai; diskretinių metodų stabilumas; difuzijos, dispersijos ir skaitmeninio tinklelio skyros apribojimai. Skaitmeniniai hidrodinamikos metodai: Lagranžo; Oilerio, ALE; 3D metodai. Bendros spinduliuotės lauko charakteristikos: spinduliuotės pernašos lygtis ir jos sprendiniai; pernašos lygties momentai; Λ -operatorius; difuzijos artinys. Spinduliuotės ir medžiagos sąveika: emisija; absorbcija; sklaida; fotojonizacija ir rekombinacija; astrofizikiniai neskaidrumai ir jų skaičiavimo metodai. Skaitmeniniai spinduliuotės pernašos uždavinio sprendimo metodai: Feautrier; Λ -operatorių; ALI metodai. Spinduliuotės pernaša žvaigždžių atmosferose: vietinė termodinaminė pusiausvyra (VTS); pilkos atmosferos modelis; kontinuumo ir spektro linijų formavimasis; skaitmeniniai žvaigždžių atmosferų modeliai; nuokrypių nuo VTS traktavimo metodai. Žvaigždžių atmosferų spektrinės analizės metodai. Pagrindiniai žvaigždžių atmosferų modeliavimo ir spektro sintezės programiniai paketai. Žvaigždžių medžiagos būsenos lygtis. Branduolinės reakcijos žvaigždėse. Mechaninė ir energetinė pusiausvyra žvaigždėse. Maišymosi efektai: konvekcija; semikonvekcija; termohalininė konvekcija; sukimosi įtaka konvekcijai. Hidrodinaminiai nestabilumai ir pernašos procesai: difuzija; advekcija; meridianinė cirkuliacija; sukimosi indukuoti nestabilumai; magnetinio lauko nestabilumai. Akustinių bangų sklidimas žvaigždėse. Radialinės ir neradialinės žvaigždžių pulsacijos. Astroseismologijos metodai. Žvaigždžių formavimasis ir evoliucija iki pagrindinės sekos: ikižvaigždinė fazė; prožvaigždės fazė, akreciniai diskai; žvaigždžių evoliucija prieš pagrindinę seką; besisukančių ir masyvių žvaigždžių formavimasis; pirmųjų (III populiacijos) žvaigždžių formavimasis. Mažos masės žvaigždžių evoliucija pagrindinėje sekoje: vandenilio degimo ciklai; evoliucija pagrindinėje sekoje; Saulės savybės ir raida. Evoliucija po pagrindinės sekos: raudonųjų milžinių, horizontalioji, asimptotinė milžinių sekos (AMS); sukimosi ir maišymosi efektai, nukleosintezė AMS; planetiniai ūkai; baltosios nykšukės. Masyvių žvaigždžių evoliucija: evoliucija pagrindinėje sekoje; masės netekimo ir sukimosi efektai; WR žvaigždės; C, Ne, O, Si degimo ciklai; cheminių elementų sintezė. I ir II tipo supernovos, cheminių elementų sintezė jose. Nulinio metalingumo žvaigždžių evoliucija. Skaitmeniniai žvaigždžių evoliucijos metodai ir pagrindiniai programiniai paketai.

Pagrindinė literatūra

Aerts C., Christensen-Dalsgaard J., Kurtz D.W. *Asteroseismology*. Springer. 2010. 866 p.
 Bodenheimer P., Laughlin G.P., Rozyczka M., Yorke H.W. *Numerical Methods In Astrophysics*. Taylor & Francis. 2007. 352 p.
 Gray D.F. *The Observation and Analysis of Stellar Photospheres*. Cambridge University Press. 2005. 533 p.
 Hubeny I., Mihalas D. *Theory of Stellar Atmospheres*. Princeton University Press. 2015. 923 p.
 Maeder A. *Physics, Formation and Evolution of Rotating Stars*. Springer. 2009. 829 p.

Papildoma literatūra

Rutten R.J., *Radiative Transfer in Stellar Atmospheres*. Sterrekundig Instituut Utrecht. 2003. 253 p.

Konsultuojančiųjų dėstytojų vardas, pavardė	mokslo laipsnis	pedag. vardas	Svarbiausieji darbai mokslo kryptyje (šakoje) paskelbti per pastaruosius 5 metus
Arūnas Kučinskas	Dr., prof., vyriaus.		Viso 17 publikacijų, 9 WoK. 1. Dobrovolskas, V., Kučinskas, A. , Bonifacio, P., Caffau, E., Ludwig, H.-G., Steffen, M., Spite, M. 2015, <i>Three-dimensional hydrodynamical CO5BOLD model</i>

	m.d.	<p><i>atmospheres of red giant stars. IV. Oxygen diagnostics in extremely metal-poor red giants with infrared OH lines // Astronomy & Astrophysics, 576, A128.</i></p> <p>2. Kučinskas, A., Dobrovolskas, V., Bonifacio, P. 2014, <i>Galactic globular cluster 47 Tucanae: new ties between the chemical and dynamical evolution of globular clusters? // Astronomy & Astrophysics Letters, 568, 4.</i></p> <p>3. Dobrovolskas, V., Kučinskas, A., Bonifacio, P., Korotin, S. A., Steffen, M., Sbordone, L., Caffau, E., Ludwig, H.-G., Royer, F., Prakashavičius, D. 2014, <i>Abundances of lithium, oxygen, and sodium in the turn-off stars of Galactic globular cluster 47 Tucanae // Astronomy & Astrophysics, 565, A121.</i></p> <p>4. Kučinskas, A., Steffen, M., Ludwig, H.-G., Dobrovolskas, V., Ivanauskas, A., Klevas, J., Prakashavičius, D., Caffau, E., Bonifacio, P. 2013, <i>Three-dimensional hydrodynamical CO5BOLD model atmospheres of red giant stars. II. Spectral line formation in the atmosphere of a giant located near the RGB tip // Astronomy & Astrophysics, 549, A14.</i></p> <p>5. Ludwig, H.-G., Kučinskas, A. 2012, <i>Three-dimensional hydrodynamical CO5BOLD model atmospheres of red giant stars. I. Atmospheric structure of a giant located near the RGB tip // Astronomy and Astrophysics, 547, A118.</i></p>
--	------	--

Patvirtinta Fizikos mokslų krypties doktorantūros komitete 2017 m. vasario mėn. 21 d.,
protokolo Nr. 108

Komiteto pirmininkas S. Juršėnas