

## Dinamički stabilan model N tela spiralne galaksije

Interakcije između galaksija, kao i interakcije između delova pojedinačnih galaksija, glavni su uzroci promena morfologije i fizičkih karakteristika galaksije. Pri istraživanju ovih pojava u okviru numeričkih simulacija N tela neophodno je realne galaksije predstaviti dinamički stabilnim modelom N tela. Cilj istraživanja bio je napraviti stabilan model N tela spiralne galaksije za primenu u daljim istraživanjima. Za generisanje modela korišćen je programski kod GalactICS (Widrow *et al.* 2008). Za zadate vrednosti parametara koji figurišu u funkcijama gustine materije u galaksiji generisan je model N tela, koji se sastoji iz tri komponente: diska, centralnog ovala i haloa tamne materije. Dinamička stabilnost dobijenog modela je ispitana simulacijom u izolaciji tokom 5 milijardi godina, za šta je korišćen programski kod Gadget-2 (Springel 2005). Prostorne raspodele mase sve tri komponente galaksije se ne menjaju značajno tokom simulacije. Isto važi i za raspodele intenziteta projekcija brzina po cilindričnim koordinatama, kao i disperzije ovih raspodela, za sve komponente galaksije. Zaključeno je da je model zadovoljavajuće stabilan. U tabeli 1 date su vrednosti parametara modela.

## Literatura

Widrow L. M., Pym B., Dubinski J. 2008. Dynamical Blueprints for Galaxies. *Astrophysical Journal*, **679** (2): 1239.

Springel V. 2005. The cosmological simulation code GADGET-2. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **364** (4): 1105.

## Dynamically Stable N-Body Model of Spiral Galaxy

Interaction between galaxies, as well as interactions between their parts, are main causes of changes in their morphology and their physical characteristics. In order to investigate these processes by N-body numerical simulations, one needs to represent a real galaxy by a dynamically stable N-body model. In this paper, we construct a stable N-body model of a spiral galaxy. For generating the model we use GalactICS (Widrow *et al.* 2008) and for running the simulations we use Gadget-2 (Springel 2005). Dynamical stability of the isolated model is simulated for 5 billion years. Spacial mass distribution, distribution of velocity projections in cylindrical coordinates and dispersions of the velocity distributions remain constant during the 5 billion years. We conclude that the model is sufficiently stable for further use. In Table 1 we present the values of the parameter of the model.

---

Miroslav Živanović (1996), Sremska Mitrovica, Mihajla Pupina 3, 1996, učenik 4. razreda Mitrovačke gimnazije

MENTORI:

Stanislav Milošević, student master studija astrofizike, Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu

Nemanja Martinović, Astronomska opservatorija u Beogradu

Tabela 1. Parametri modela. Oznake parametara u prve četiri vrste su iste kao u radu Widrow *et al.* (2008):  $r_h$  – radijus odsecanja haloa,  $a_h$  – karakteristični radijus haloa,  $\sigma_h$  – karakteristična disperzija brzina u halou,  $\delta r_h$  – širina odsecanja haloa,  $\gamma$  – parametar u eksponentu profila gustine haloa,  $M_d$  – masa diska,  $R_d$  – karakteristični radijus diska,  $R_{out}$  – radijus odsecanja diska,  $h_d$  – karakteristična debljina diska,  $\delta R_d$  – debljina odsecanja diska,  $n$  i  $p$  – Purgel-Simienovi eksponenti,  $\sigma_{R0}$  – karakteristična brzina u centralnom ovalu,  $R_c$  – karakteristični radijus centralnog ovala,  $l_{max}$  – član koji odgovara najvišem sfernom harmoniku u rešenju Poasonove jednačine,  $dr$  – veličina mreže,  $n_r$  – broj zona u mreži.  $N_h$ ,  $N_d$  i  $N_b$  označavaju broj čestica u halou, disku i centralnom ovalu, respektivno.

Vrednosti su date u jedinicama koje zahteva programski kod GalactICS: dužina – [kpc], brzina – [100 km/s], masa – [ $2.325 \cdot 10^9 M_\odot$ ]

Table 1. Parameters of the model. Notation of the parameters in the upper four rows is the same as in Widrow *et al.* (2008):  $r_h$  – halo truncation radius,  $a_h$  – halo scale radius,  $\sigma_h$  – characteristic velocity dispersion for halo,  $\delta r_h$  – halo truncation width,  $\gamma$  – halo cusp parameter,  $M_d$  – disk mass,  $R_d$  – disk radial scale length,  $R_{out}$  – disk truncation radius,  $h_d$  – disk vertical scale length,  $\delta R_d$  – disk truncation width,  $n$  and  $p$  – Purgiel-Simien's exponents,  $\sigma_{R0}$  – bulge velocity scale,  $R_c$  – bulge radial scale length,  $l_{max}$  – maximum spherical harmonics term used in the solution of the Poisson equation,  $dr$  – grid size,  $n_r$  – number of zones in the grid.  $N_h$ ,  $N_d$  and  $N_b$  are numbers of halo, disk and bulge particles, respectively.

Values are given in the unit system used by GalactICS, i. e. length – [kpc], velocity – [100km/s], mass – [ $2.325 \cdot 10^9 M_\odot$ ]

$r_h$ : 122.5	$\sigma_h$ : 5.25033	$a_h$ : 8.0092187	$\delta r_h$ : 12	$\gamma$ : 1
$M_d$ : 15.465817	$R_d$ : 6.815669	$R_{out}$ : 30	$h_d$ : 0.57093943	$\delta R_d$ : 3
$n$ : 1.8257824	$p$ : -1	$\sigma_{R0}$ : 3.931743	$R_c$ : 1.2277058	
$dr$ : 0.02	$n_r$ : 30000	$l_{max}$ : 10		
$N_h$ : 261905	$N_d$ : 108929	$N_b$ : 96247		