

## 1. Naloga: Galaktični gravitacijski potencial

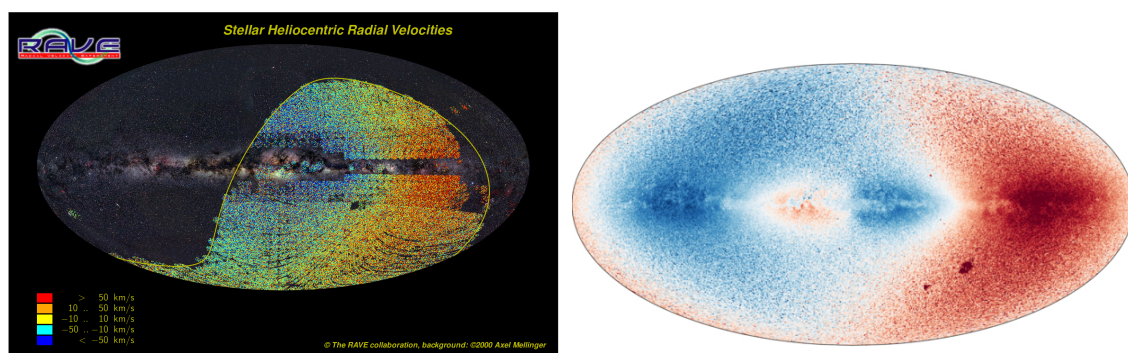
**Galpy** je paket za Python namenjen integraciji orbit v Galaksiji, delu z Galaktičnimi potenciali in porazdelitvami zvezd v Galaksiji. Program je prijazen v smislu, da podpira množico koordinatnih sistemov in omogoča pretvorbo med njimi. Že sprogramirane ima različne gravitacijske potenciale in metode integracije. Omogoča tudi osnoven prikaz rezultatov.

1. Uporabi **Galpy**, da pointintegriraš orbito Sonca v nekem idealiziranem potencialu (na primer **MWPotential2014**). Nariši orbito tekom nekaj milijard let. Koliko kpc znašata oddaljenosti Sonca od središča Galaksije v pericentru in apocentru? Kolikšna je ekscentričnost Sončeve orbite?
2. Najdi še nekaj zanimivih orbit z drugačnimi začetnimi pogoji in jih nariši. Ali lahko najdeš kakšno zaključeno orbito, na primer tristrano rozeto?
3. Poseli Galaksijo z zvezdami, ki predstavljajo 4 glavne komponente Galaksije:
  - tanek disk ( $l_z = 300$  pc,  $l_R = 3.5$  kpc,  $\sigma_v = 20$  km s<sup>-1</sup>),
  - debel disk ( $l_z = 1000$  pc,  $l_R = 2.9$  kpc,  $\sigma_v = 55$  km s<sup>-1</sup>),
  - centralna odebelitev ( $l_R = 1.8$  kpc) in
  - halo ( $l_R = 15$  kpc).

kjer je  $l_z$  karakteristična debelina diska,  $l_R$  karakteristični radij diska,  $\sigma_v$  pa disperzija hitrosti zvezd. Disperzija predstavlja porazdelitev okoli povprečne krožilne hitrosti, ki jo moraš najti sam. Predpostavi, da je gostota zvezd vsake komponente eksponentna funkcija (za disk  $\rho = \rho_0 \exp(-|z|/l_z - R/l_R)$ , za centralno odebelitev in halo pa je le funkcija  $R$ ). Primerno izberi tudi število zvezd v posamezni komponenti.

Preveri, ali je taka porazdelitev stabilna, ko integriraš orbite zvezd v tvoji galaksiji za nek čas. Torej, ali porazdelitev zvezd po nekem času ohrani zgoraj napisane karakteristične debeline in dolžine.

4. Iz integriranih orbit zvezd reproduciraj spodnji prikaz radialne hitrosti zvezd na nebu.



**Slika 1:** Barve prikazujejo radialne hitrosti zvezd. Rdeča pomeni, da se zvezde oddaljujejo, modra pa da se približujejo. Galaktični center je v sredini slike. Leva slika so rezultati pregleda neba RAVE, desna pa misije *Gaia*.

5. (Dodatna) Gravitacijskemu potencialu **MWPotential2014** dodaj še potencial prečke. Tipična masa prečke je med  $0.5$  in  $1.0 \cdot 10^{10} M_\odot$ . Kako se spremenijo orbite s takim dodatnim potencialom?