



Teoretični preskus – dolga vprašanja

1. naloga

V homogenem in izotropnem vesolju je parameter gostote snovi (navadna barionska snov

$$+ \text{temna snov}) \Omega_m = \frac{\rho_m}{\rho_c} = 32\%,$$

kjer je ρ_m gostota snovi, ρ_c pa kritična gostota vesolja.

- (1) Izračunaj povprečno gostoto snovi v našem lokalnem območju vesolja.
- (2) Izračunaj ubežno hitrost za galaksijo, ki je od nas oddaljena 100 Mpc. Privzemi, da je na vsaki oddaljenosti hitrost oddaljevanja galaksij zaradi širjenja vesolja po Hubblovem zakonu enaka ubežni hitrosti, če bi vesolje imelo kritično gostoto.
- (3) Neka galaksija je ujeta v krožno orbito s središčem v središču naše jate galaksij. Kolikšna je kotna hitrost te galaksije na našem nebu?
- (4) Bi sploh lahko kdaj ločili dve galaksiji, ki bi ju na začetku z Zemlje videli v isti smeri, če bi se obe gibali po krožnih orbitah, a na različnih oddaljenosti od središča jate? Končni odgovor naj bo z “Yes” ali “No”.

2. naloga

Vesoljska ladja kroži okoli Zemlji nevarnega asteroida (NEO 2608) Seneca in je ves čas zelo blizu asteroida. Vesoljska ladja na Zemljo pošilja pulzne signale s podatki. Zaradi relativnega gibanja med asteroidom in Zemljo pri kroženju okoli Sonca, se čas potovanja impulzov do sprejemnika na Zemlji spreminja v intervalu med 2 minutama in 39 minutami. Orbiti Zemlje in asteroida Seneca ležita v isti ravnini. Če privzamemo, da se Zemlja okoli Sonca giblje po krožni orbiti (polmer orbite $a_{\text{Earth}} = 1$ a. e., obhodni čas pa $T_{\text{Earth}} = 1$ leto), orbita asteroida pa ne seka orbite Zemlje, izračunaj:

- (1) veliko polos orbite a_{Sen} in ekscentričnost orbite e_{Sen} asteroida Seneca okoli Sonca;
- (2) obhodni čas asteroida Seneca T_{Sen} in povprečni čas T_{syn} med zaporednima opozicijama para Zemlja-Seneca;
- (3) približno vrednost mase Jupitra M_{Jup} , pri predpostavki, da je to edini planet v Osončju, ki nima zanemarljive mase v primerjavi s Soncem. Privzemi, da Jupiter ne moti orbite asteroida Seneca.



3. naloga

- (1) Z *virialnim teoremom* za izoliran krogelno simetrični sistem, za katerega velja $-2\langle K \rangle = \langle U \rangle$, $\langle K \rangle$ je povprečna kinetična energija, $\langle U \rangle$ pa povprečna potencialna energija sistema, izpelji enačbo za celotno maso jate galaksij, če poznaš polmer R jate galaksij in disperzijo radialne hitrosti σ (statistična disperzija radialne hitrosti od povprečne radialne hitrosti) galaksij v jati. Privzemi, da je jata galaksij izolirana, krogelno simetrična, enakomerno gosta (homogena) in da jo sestavljajo galaksije enake mase.
- (2) Izračunaj »virialno maso«, to je masa, ki jo dobiš iz virialnega teorema, jate galaksij v Berenikinih kodrih (angl. Coma cluster), ki je od nas oddaljena 90 Mpc, če veš, da je disperzija radialne hitrosti galaksij v njej
- $$\sigma_{v_r} = 1000 \text{ km/s}$$
- in je njen kotni premer na nebu približno 4° .
- (3) Iz opazovanj vemo, da je skupni izsev galaksij v jati približno $L = 5 \times 10^{12} L_\odot$. Če je razmerje med maso in izsevom jate M/L približno 1 (privzemi, da je vsa masa jate v obliki vidne snovi), bi to moralo pomeniti, da je celotna masa jate $M \sim 5 \times 10^{12} M_\odot$. Izračunaj razmerje med vidno maso in celotno maso jate, ki si jo dobil pod točko (2).