Ćwiczenia z Astronomii Galaktycznej
Lata III i IV astronomii
Lista nr 4

1. Rozważyć ruch Słońca ku apeksowi względem jakiejś grupy gwiazd. Jest to ruch mniej więcej uporządkowany więc powoduje efekty systematyczne w obserwowanych prędkościach radialnych i ruchach własnych gwiazd. Opisać jakościowo te efekty. Niech $N(\alpha) = n(\alpha; \mu_\alpha > 0) - n(\alpha; \mu_\alpha < 0)$ jest różnicą pomiędzy ilością gwiazd o rektascensjach z przedziału $(\alpha, \alpha + \Delta\alpha)$ oraz dodatnich ruchach μ_α, a ilością gwiazd o rektascensjach z tego samego przedziału, ale ujemnych μ_α. Naszkicować przebieg N w funkcji α. Wyjaśnić, jak z otrzymanego wykresu można wyznaczyć rektascensję apeksu słonecznego, α_{A}. Wykonać podobną analizę dla ruchów własnych w deklinacji w celu wyznaczenia deklinacji apeksu.

2. Rozważyć gwiazdy z otoczenia Słońca i założyć, że prędkość rotacji Galaktyki w tym obszarze jest stała i równa słonecznej, $v_{\mathrm{c}\odot}$. Obserwacje gwiazd wyprzedzających Słońce w ruchu obiegowym wokół środka Galaktyki ($l \approx 90°$) wskazują na istnienie pewnej granicznej składowej radialnej prędkości swoistych, czyli $v_{\star r}^{\mathrm{LSR}} \leqslant v_{\mathrm{crit}}$. Powiązać v_{crit} z prędkością v_{esc} ucieczki z Galaktyki. W ogólności, aby dowolna gwiazda o prędkości swoistej $\vec{v}_\star^{\mathrm{LSR}} = (v_{\star u}, v_{\star v}, v_{\star w})$ pozostawała związana grawitacyjnie z Galaktyką musi spełniać oczywistą nierówność $v_\star \leqslant v_{\mathrm{esc}}$. Oszacować górną granicę prędkości rotacji $v_{\mathrm{c}\odot}$ zakładając $v_{\mathrm{crit}} \approx 100$ km/s oraz że 'najszybsze' gwiazdy mają prędkości swoiste $\vec{v}_\star^{\mathrm{LSR}} \approx (+300, -400, +200)$ km/s.

3. Rozważyć model dysku galaktycznego ($b = 0°$) rotującego jak 'ciało sztywne'. Obliczyć składową radialną $v_{\star\mathrm{r}}$ prędkości $\vec{v}_\star^{\odot}$ dowolnej gwiazdy względem Słońca oraz jej ruch własny $\mu_\star$. Wyniki przedstawić w postaci ładnych obrazków z rozkładem przestrzennym prędkości gwiazd, raz względem środka Galaktyki, a drugi względem Słońca. Jakie wartość w tym modelu przyjmują stałe Oorta A i B?

4. Na wspólnym rysunku przedstawić następujące trzy modelowe krzywe prędkości rotacji Galaktyki: z rotacją jednorodną ($\omega = \mathrm{const}$), 'płaską' ($v_{\mathrm{c}} = \mathrm{const}$) oraz wynikającą z 'punktowego' rozkładu masy Galaktyki. Założyć, że $v_{\mathrm{c}\odot} = 220$ km/s oraz $r_\odot = 8.5$ kpc.

5. Przyjmując potęgową zależność prędkości v_{c} rotacji Galaktyki od odległości od środka Galaktyki, tj. $v_{\mathrm{c}} \sim r^\gamma$, wyznaczyć współczynnik γ dla przypadku różnicowej rotacji opisanej stałymi Oorta $A = 15\ \mathrm{km\,s^{-1}kpc^{-1}}$ oraz $B = -12\ \mathrm{km\,s^{-1}kpc^{-1}}$. Dorysować otrzymaną krzywą do rysunku z poprzedniego zadania.

6. Pokazać, że

$$\frac{dv_c'}{d\varrho}(r_\odot) = -(A + B)$$

(znaczenie wszystkich symboli takie samo jak na wykładzie)

7. Prędkość Słońca mierzona względem pobliskich galaktyk jest duża, znacznie przewyższa prędkość Słońca względem prawie nierotującego układu gromad kulistych z halo galaktycznego. O czym to świadczy?
[Zadanie dodatkowe: Czy w treści tego zadania nie ma błędów ortograficznych? Odpowiedź uzasadnić!]

8. Omówić zagadnienie paralaks wiekowych i statystycznych w związku z wyznaczaniem odległości do jednorodnych grup gwiazd. (Skorzystać z dołączonego tekstu z książki Mihalasa i Binney'a, str. 409 – 415.)

Grzegorz Kopacki