Ćwiczenia z Astronomii Galaktycznej
Lata III i IV astronomii
Lista nr 5

1. Szacowanie rozmiarów galaktycznego dysku materii wodorowej. Rozważyć opisany na wykładzie model rotującego dysku Galaktyki ($b \approx 0^\circ$), w którym prędkość kątowa rotacji zależy jedynie od odległości galaktocentrycznej oraz w którym zaniedbujemy prędkości swoiste wszystkich obiektów z wyjątkiem Słońca. Pokazać, że (mierzona ze Słońca) prędkość radialna dowolnego obiektu leżacego w kierunku $l = 90^\circ$ dana jest wzorem

$$v^{\odot}_{\star \mathrm{r}} = v_{\mathrm{c}\star} \frac{r_\odot}{r_\star} - v_{\mathrm{c}\odot} - v^{\mathrm{LSR}}_{\odot v}$$

(znaczenie wszystkich symboli takie samo jak na wykładzie). Narysować odpowiedni rysunek, z którego wywnioskować znak oraz przebieg zmian $v^{\odot}_{\star \mathrm{r}}$. Jak będzie wyglądało widmo radiowe omawianego kawałka nieba?
Wiedząc, że wzdłuż kierunku $l = 90^\circ$ obserwujemy obłoki HI z prędkościami radialnym zawsze większymi od $v^{\odot}_{\star \mathrm{r}\,\mathrm{min}} = -150$ km/s oraz zakładając dla Galaktyki zewnętrznej rotację ze stałą prędkością liniową równą prędkości obiegu układu LSR wokół środka Galaktyki, czyli $v_{\mathrm{c}\odot} \approx 230$ km/s, oszacować promień dysku galaktycznego w jednostkach $r_\odot$.

2. Rozważyć gwiazdy na tzw. okręgu słonecznym, czyli orbicie układu LSR wokół środka Galaktyki (zakładamy, że Słońce leży w płaszczyźnie dysku galaktycznego). Zaniedbując ich prędkości swoiste obliczyć składowe radialną i tangencjalną prędkości tych gwiazd w układzie LSR. Czy znając odległość Słońca od środka Galaktyki, $r_\odot$, można wyznaczyć odległości tych gwiazd od Słońca? Jak? Jak zwykle narysować odpowiedni rysunek.

3. Mamy daną prędkość $\vec{v}^{\,\mathrm{centr}}_{\odot}$ Słońca względem centroidu geometrycznego pewnej jednorodnej grupy pobliskich gwiazd. Pokazać, że jeśli pominiemy różnice w prędkościach obiegu wokół środka Galaktyki poszczególnych układów lsr (względem których mierzymy prędkości swoiste gwiazd), czyli założymy, że $v^{\mathrm{LSR}}_{\mathrm{lsr}} \approx 0$ km/s oraz przyjmiemy, że składowe $v^{\mathrm{lsr}}_{\star u}$ oraz $v^{\mathrm{lsr}}_{\star w}$ prędkości swoistych gwiazd mają rozkład losowy (dlaczego nie możemy tego założyć dla składowej $v^{\mathrm{lsr}}_{\star v}$?), to składowe prędkości swoistej Słońca, $\vec{v}^{\,\mathrm{LSR}}_{\odot}$, dane są wzorami

$$\begin{aligned} v^{\mathrm{LSR}}_{\odot u} &= v^{\mathrm{centr}}_{\odot u} \\ v^{\mathrm{LSR}}_{\odot v} &= v^{\mathrm{centr}}_{\odot v} + \langle v^{\mathrm{lsr}}_{\star v} \rangle \\ v^{\mathrm{LSR}}_{\odot w} &= v^{\mathrm{centr}}_{\odot w} \end{aligned}$$

gdzie $\langle\ \rangle$ oznacza wartość średnią.

4. Omówić jakościowo wpływ jednorodnej ekspansji dysku galaktycznego na wypadkowe pole prędkości dysku (czyli po uwzględnieniu zarówno rotacji, jak i ekspansji). Jak wyglądałoby pole prędkości dysku, gdybyśmy założyli rotację sztywną ze stałą prędkością kątową ω oraz ekspansję radialną w postacji

$$v_{\mathrm{exp}} = \gamma + \varepsilon\, r \qquad \gamma > 0 \text{ km/s} \quad \varepsilon < 0 \text{ km/s}$$

gdzie r oznacza odległość od środka Galaktyki?

5. Wiedząc, że ruch własny w długości galaktycznej radioźródła Sgr A* wynosi $\mu = 6.4$ marcsec/yr obliczyć prędkość $v_{\mathrm{c}\odot}$ Słońca w ruchu wokół środka Galaktyki. Przyjąć $r_\odot =$ 8.5 kpc i utożsamić radioźródło ze środkiem Galaktyki.

Grzegorz Kopacki