Ćwiczenia z Astronomii Pozagalaktycznej
Lata IV i V astronomii
Lista nr 7

1. Pokazać, że jasność powierzchniowa galaktyki nie zależy od dległości.

2. Co to takiego 'płaszczyzna fundamentalna' (ang. *fundamental plane*)?

3. W badaniach porównawczych systemów gromad kulistych galaktyk różnych typów ilość N gromad normalizuje się do standardowej jasności absolutnej $M_V = 15$ mag. Tzw. swoista liczność S_N gromad zdefiniowana jest następująco

$$S_N = N \frac{L_{15}}{L_V},$$

gdzie L_V jest mocą promieniowania galaktyki, a L_{15} – mocą wzorcową odpowiadającą $M_V = 15$ mag.
Obliczyć liczność swoistą gromad kulistych galaktyki M31, wiedząc, że $N = 350$ a $M_V = -21.7$ mag. Obliczyć liczność swoistą gromad kulistych galaktyki NGC3311 typu cD, wiedząc, że $N = 17000$ a $M_V = -22.4$ mag.

4. Płaskie krzywe rotacji galaktyk spiralnych sugerują, że większość masy (ciemna materia) w ich zewnętrznych częściach ma rozkład sferycznie symetryczny. Pokazać, że dla sferycznie symetrycznego rozkładu materii oraz stałej prędkości rotacji $V(r) = V = \text{const}$, gęstość ϱ materii wynosi

$$\varrho(r) = \frac{V^2}{4\pi G r^2},$$

gdzie r to odległość od środka galaktyki.
Oszacować gęstość ciemnej materii w pobliżu Słońca. Porównać otrzymany wynik ze średnią gęstością masy gwiazd widocznych w otoczeniu Słońca.

5. Zależność Tully–Fisher'a wiąże jasność absolutną M galaktyki spiralnej z jej maksymalną prędkością rotacji $V_{\max}$ w następujący sposób

$$M = 10 \log(V_{\max}) + \text{const}.$$

Wyprowadzić powyższą zależność, zakładając stałą prędkość rotacji $V(r) = V_{\max} = \text{const}$ w całej galaktyce, stały stosunek masy do mocy promieniowania $m/L = \text{const}$ dla galaktyk spiralnych oraz stałą jasność powierzchniową $\mu = \text{const}$ galaktyk spiralnych.

6. Omówić na ile poprawnie następujący rozkład masy (łącznie z ciemną materią) w galaktykach spiralnych,

$$\varrho(r) = \frac{C}{a^2 + r^2},$$

odtwarza krzywe rotacji takich galaktyk.

7. Czas relaksacji układu dynamicznego złożonego z N ciał wynosi

$$t_{\text{relax}} \approx t_{\text{cross}} N/(8 \ln N),$$

gdzie t_{cross} to średni czas przejścia przez układ. Obliczyć czas relaksacji gromady kulistej o promieniu $R_{\text{gc}} = 1.5$ pc, ilości gwiazd $N_{\text{gc}} = 10^6$ i dyspersji prędkości $\sigma_{\text{gc}} = 7$ km/s oraz galaktyki o promieniu $R_{\text{gal}} = 10$ kpc, średniej prędkości rotacji $v_{\text{gal}} = 200$ km/s i ilości gwiazd $N_{\text{gal}} = 10^{11}$. Wytłumaczyć uzyskane wyniki.

Grzegorz Kopacki