Ćwiczenia z Astronomii Pozagalaktycznej
Lata IV i V astronomii
Lista nr 6

1. Rozkład jasności powierzchniowej L galaktyk eliptycznych można opisać prawem Hubble (1930 r.)

$$\frac{L(r)}{L_0} = \left[\frac{r}{a} + 1\right]^{-2},$$

gdzie r to odległość od środka galaktyki, a to swoisty rozmiar kątowy galaktyki (promień jądra), a L_0 to jasność powierzchniowa w środku galaktyki, oraz prawem De Vaucouleurs'a (1948 r.)

$$\log \frac{L(r)}{L_\mathrm{e}} = -3.33 \left[\left(\frac{r}{r_\mathrm{e}}\right)^{1/4} - 1\right],$$

gdzie r_e to swoisty promień galaktyki, wyznaczający tę jej część, która zawiera połowę jej całkowitej jasności, a $L_\mathrm{e} = L(r_\mathrm{e})$. Pokazać, że powyższe prawa są sobie równoważne oraz wyprowadzić zależności między a i r_e oraz L_0 i L_e.

2. Jakich radialnych profili barwy powierzchniowej (różnicy jasności powierzchniowych w dwóch pasmach fotometrycznych, np. B i V) należy się spodziewać w przypadku galaktyk eliptycznych i spiralnych?

3. Fotometria galaktyk eliptycznych pokazuje, że izofoty (kontury dla ustalonych jasności powierzchniowych) mają kształt dość regularnych elips, których zarówno mimośród, jak i kąt pozycyjny osi głównej zmieniają się wraz z odległością od środka galaktyki, oba parametry rosną wraz ze wzrostem odległości. Wyjaśnić w jaki sposób te obserwacje mogą świadczyć o symetrii trójosiowej galaktyk tego typu. Dla prostoty rozpatrzyć przypadek 'galaktyki' dwuwymiarowej. Jaka inna może być przyczyna takiej deformacji galaktyk eliptycznych?

4. Struktura wertykalna dysków galaktyk spiralnych może być badana na przykładzie galaktyk widzianych wzdłuż płaszczyzny dysku. Rozważyć model samograwitującego cienkiego dysku gwiazdowego o gęstości ϱ. Prostopadle do płaszczyzny galaktycznej dyspersja prędkości gwiazd, σ_z, jest równoważna ciśnieniu 'gazu' gwiazd, $P = \varrho\sigma_z^2$. Rozwiązać równanie równowagi hydrostatycznej, $\nabla P = -\varrho\nabla\Phi$, gdzie potencjał grawitacyjny Φ dany jest równaniem Poissona, $\Delta\Phi = 4\pi G\varrho$ i znaleźć zależność koncentracji masy gwiazd ϱ od z. Założyć, że $\sigma_z = \mathrm{const}$. Ile wynosi swoista skala zmian ϱ? Jaki jest jej związek z jasnością powierzchniową L galaktyki?

5. Funkcję $\mathsf{LF}(L)$ rozkładu galaktyk względem mocy promieniowania można przedstawić za pomocą funkcji Schectera

$$\mathsf{LF}(L) \sim L^\alpha \exp(-L/L_0) \qquad \alpha \approx -1.2 \quad L_0 \approx 2 \times 10^{10}\ L_\odot.$$

Wyznaczyć funkcję $\mathsf{LF}(M)$ rozkładu galaktyk względem jasności absolutnej. Narysować wykres $\log \mathsf{LF}(M)$ dla przedziału obserwowanych jasności absolutnych galaktyk. Omówić jaki jest wkład do tej zależności poszczególnych typów galaktyk, czyli spiralnych, eliptycznych i nieregularnych.

Grzegorz Kopacki