

Abstract

In the Local Group of galaxies we can distinguish two categories of dwarf galaxies. Those which are far away from the Milky Way and Andromeda are predominantly classified as dwarf irregulars (dIrr), while the ones which are close to them are labelled as dwarf spheroidals (dSph). The dIrr galaxies exhibit certain degree of rotation and contain gas, whereas the dSph galaxies have spheroidal shapes supported by random motions of stars and are devoid of gas. The spatial separation of the two groups points to a possible evolutionary relation between them. In the tidal stirring scenario initially disk dwarf galaxies are transformed into spheroids due to repeated tidal interactions with the host galaxy. An intermediate stage of this process involves the formation of a tidally induced bar in the stellar disc of the dwarf.

In the first part of this thesis we study the orbital structure of a tidally induced bar. To achieve this goal we analyze an N -body simulation of a dwarf galaxy orbiting a Milky Way-like host. Using Fourier analysis we determined orbital frequencies of stellar particles. It turned out that the shapes of the orbits depend on the ratios of frequencies. Using this criterion we classified the orbits into families. In the very central part we have found orbits known from rotating triaxial potentials. However, majority of the orbits (more than 80%) have boxy shapes, while only about 8% belong to the classical family x_1 , which is thought to constitute the backbone of a bar.

In the second part we describe results of N -body simulations that were designed to study how the properties of the bars depend on the initial conditions. In all the simulations we used the same model of a dwarf galaxy. However, we changed two parameters: the size of the orbit of the dwarf around the host galaxy and the inclination of the dwarf's disc with respect to the orbital plane. In all cases bars were formed at the first encounter with the host. It turned out that the most pronounced bar was created on the intermediate-sized orbit while increasing the inclination leads to weaker bars. During further pericenter passages the bars were usually weakened and shortened. The rotation speed of the bars was rather slow, which we attributed to the loss of angular momentum at the encounters with the host.

The third part is devoted to simulations which take into account the impact of the interstellar medium on the formation of tidally induced bars. This subject is important as gas is known to hinder bar formation in larger galaxies. We used models of a dwarf galaxy of the same mass, but with varying gas fraction. We also checked if the addition of star formation processes has any impact. Due to the interaction with the host galaxy, in all cases bars of similar length formed in the stellar component of the dwarfs. However,

the gaseous component remained approximately axisymmetric. In the models with a lower gas fraction the bars were more pronounced and survived until the end of the simulations, while in the dwarfs with a higher gas fraction the bars were destroyed after the second or third pericenter passages.

Streszczenie

W Lokalnej Grupie galaktyk możemy wyróżnić dwie kategorie galaktyk karłowatych. W dużych odległościach od Drogi Mlecznej i Andromedy znajdują się głównie galaktyki nieregularne, natomiast w pobliżu naszej galaktyki i M31 można odnaleźć głównie galaktyki sferoidalne. Nieregularne galaktyki karłowate wykazują pewien stopień rotacji i posiadają gaz, podczas gdy sferoidalne galaktyki karłowate mają elipsoidalne kształty podtrzymywane przez przypadkowe ruchy gwiazd i są pozbawione gazu. Przestrzenna separacja tych dwóch grup wskazuje na możliwą relację ewolucyjną pomiędzy nimi. W scenariuszu mieszania pływowego początkowo dyskowe galaktyki karłowate przekształcają się w elipsoidy w wyniku powtarzającego się oddziaływania pływowego z galaktyką macierzystą. Na pośrednim etapie tego procesu w gwiazdowym dysku karła powstaje poprzeczka indukowana pływowo.

W pierwszej części tej pracy zbadaliśmy strukturę orbitalną poprzeczki indukowanej pływowo. W tym celu przeanalizowaliśmy symulację N -ciałową galaktyki karłowatej orbitującej wokół galaktyki podobnej do Drogi Mlecznej. Wykorzystując analizę fourierowską wyznaczyliśmy częstości orbitalne cząstek gwiazdowych. Okazało się, że kształty orbit zależą od stosunków tych częstości. Wykorzystując to kryterium podzieliśmy kształty orbit na rodziny. W centralnej części karła znaleźliśmy orbity znane z potencjałów trójosiowych. Jednakże zdecydowana większość orbit (ponad 80%) miała kształty pudełkowe, a jedynie około 8% należało do klasycznej rodziny x_1 uważanej dotąd za podstawowy budulec poprzeczek.

W drugiej części opisaliśmy wyniki symulacji N -ciałowych, zaplanowanych w celu zbadania zależności własności poprzeczek od warunków początkowych. We wszystkich symulacjach wykorzystaliśmy ten sam model galaktyki karłowatej, zmieniając jedynie dwa parametry symulacji: rozmiar orbity karła wokół galaktyki macierzystej oraz nachylenie dysku karła w stosunku do płaszczyzny orbitalnej. We wszystkich przypadkach poprzeczki wytworzyły się podczas pierwszego spotkania z galaktyką macierzystą. Okazało się, że najsilniejsza poprzeczka powstała na orbicie o pośrednim rozmiarze, a zwiększenie nachylenia dysku prowadziło do osłabienia poprzeczki. Podczas następnych przejść przez perycentrum poprzeczki były zazwyczaj osłabiane i skracane. Prędkości rotacji poprzeczek były dość wolne, co można powiązać z utratą momentu pędu dysku podczas oddziaływania z galaktyką macierzystą.

Część trzecia jest poświęcona symulacjom uwzględniającym wpływ ośrodka międzygwiazdowego na powstawanie poprzeczek indukowanych pływowo. Jest to istotna kwestia, wiemy bowiem, że gaz utrudnia powstawanie poprzeczek w większych galak-

tykach. Wykorzystaliśmy modele galaktyki karłowatej o tej samej masie, zmieniając ułamek materii barionowej występującej pod postacią gazu. Sprawdziliśmy również, czy dodanie procesów gwiazdotwórczych ma znaczący wpływ na otrzymane wyniki. W wyniku oddziaływania z galaktyką macierzystą w składniku gwiazdowym we wszystkich przypadkach powstały poprzeczki o podobnych długościach. Rozkład składnika gazowego pozostał jednak we wszystkich karłach w przybliżeniu osiowoosymetryczny. W modelach z mniejszą ilością gazu poprzeczki były silniejsze i przetrwały do końca symulacji, podczas gdy w karłach z większą ilością gazu poprzeczki zniknęły po drugim lub trzecim przejściu przez perycentrum.