

koncentracja obiektów, szczególnie w centrum gromady. Symulacje komputerowe pozwalają w takich przypadkach rozsądzić, który z tych mechanizmów zachodzi.



W jednej z galaktyk spiralnych gromady w Pannie, NGC4569, odkryto jeszcze inną strukturę pól magnetycznych. Otóż, symetrycznie po obu stronach galaktyki, daleko poza jej optycznym dyskiem, widnieją rozległe obszary emisji radiowej, przepełnione regularnym polem magnetycznym. Na pierwszy rzut oka ta podwójna struktura przypomina budowę odległych kwazarów. Jednak w przeciwieństwie do nich galaktyka ta nie zawiera aktywnego jądra ani masywnej czarnej dziury. Jej centrum zajmuje natomiast liczna populacja młodych, masywnych gwiazd. To one są prawdopodobnie przyczyną tego fenomenu. Są źródłem bardzo silnych wiatrów (znacznie silniejszych niż wiatr słoneczny) i wybuchów supernowych. Zdolne są wypychać materię międzygwiazdową wraz z polem magnetycznym poza granice galaktyki. „Wyrzucaniu” pól magnetycznych na tak wielkie, niespotykane dotąd odległości, pomogło prawdopodobnie przejście galaktyki blisko centrum gromady. Spowodowało ono odarcie galaktyki z pyłu i gazu w zewnętrznych jej częściach. Przez to w rzadszym ośrodku wypchnięcie materii wraz z polem magnetycznym stało się znacznie łatwiejsze. Szacunki pokazują, że oba obłoki z polem formowały się w czasie około 30 mln lat, a zmagazynowana w nich energia odpowiada wybuchom około 100 tysięcy supernowych.



Prezentowane tutaj badania ujawniły istnienie całego bogactwa struktur pola magnetycznego w galaktykach. Do ich wyjaśnienia klasyczny proces dynamy jest dalece niewystarczający. Tam, gdzie istnienia pola w ogóle się nie spodziewano, a więc w galaktykach nieregularnych, pola okazały się bardzo silne. W zderzających się galaktykach dynamo również pracuje efektywniej niż w typowych galaktykach spiralnych. Ponadto pola generowane w procesie dynamy są w tym przypadku silnie modyfikowane przez wielkoskalowe przepływy gazu oraz wyrzucane są daleko w przestrzeń międzygalaktyczną. Inną jeszcze ewolucję pól magnetycznych mamy w galaktykach w gromadzie Panny. Anomalie w polu magnetycznym wskazują na silną modyfikację ośrodka międzygwiazdowego spowodowanego ruchem galaktyk przez ośrodek gromady. Można podejrzewać, że obserwowane efekty będą się nasilać w odleglejszych galaktykach, pochodzących z wcześniejszych epok kosmologicznych. Ośrodek był wtedy znacznie gęstszy, a zderzenia galaktyk bardziej powszechne. Nowym wyzwaniem staje się zatem pytanie o strukturę pola magnetycznego w galaktykach wczesnego Wszechświata i możliwy wpływ pola na formowanie się pierwszych kosmologicznych struktur. Pozostaje mieć nadzieję, że już niedługo nowe instrumenty radioastronomiczne pozwolą rzucić pierwsze światło na te problemy.



Wielomian Ehrharta

Każdy, kto słyszał o twierdzeniu Picka, wie, że istnieje prosty związek między polem wielokąta o wierzchołkach w punktach kratowych, czyli takich, które mają wszystkie współrzędne całkowite, a liczbą tychże punktów w nim zawartych. Dla wielościanów podobna relacja także istnieje, choć jest bardziej zawiła. Zysk jest taki, że da się ją uogólnić do wyższych wymiarów, co pokazał E. Ehrhart w 1962 roku. Ustalmy zatem n -wymiarowy wielościan W w \mathbb{R}^n o wierzchołkach w punktach kratowych. Z takim wielościanem możemy związać w naturalny sposób ciąg liczbowy. Mianowicie, dla dowolnej liczby całkowitej dodatniej t liczymy, ile jest punktów kratowych w wielościanie W rozdętym t -krotnie, czyli w obrazie W przy jednokładności o skali t . Wynik oznaczamy przez k_t i ciąg gotowy. Ehrhart zaobserwował, że ciąg ten może być opisany przez pewien wielomian stopnia n o współczynnikach wymiernych:

$$k_t = a_n t^n + a_{n-1} t^{n-1} + \dots + a_0.$$

Co więcej, wartości tych współczynników można zinterpretować geometrycznie. Objętość wielościanu to a_n , a jego charakterystyka Eulera–Poincarégo równa się a_0 . Z kolei a_{n-1} to połowa sumy odpowiednio unormowanych objętości ścian wielościanu. W przestrzeni $(n-1)$ -wymiarowej, zawierającej pewną ścianę wielościanu, objętość obliczamy przy założeniu, że najmniejszy zawarty w niej $(n-1)$ -wymiarowy prostopadłościan o wierzchołkach w punktach kratowych ma objętość 1. Znaczenie pozostałych współczynników wielomianu Ehrharta objawia się jednak dopiero przy badaniu pewnej stowarzyszonej z rozważanym wielościanem rozmaitości algebraicznej.