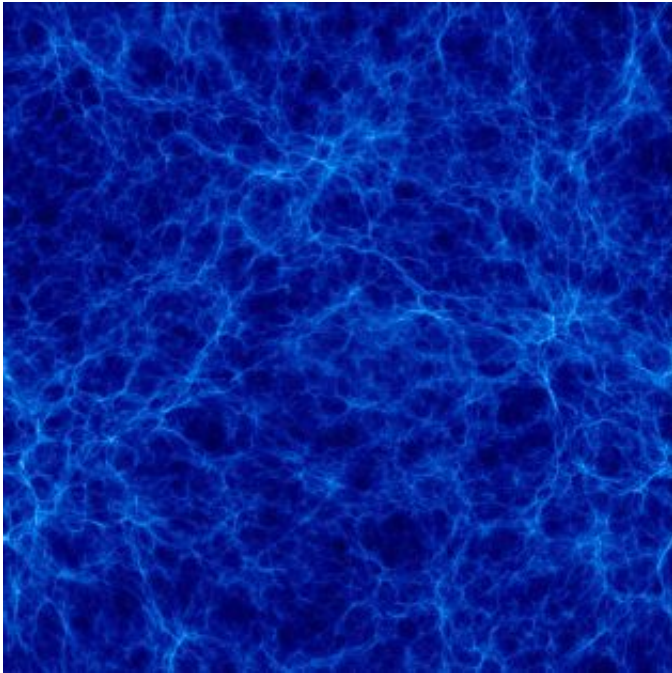


Czy ewolucja ciemnej materii przebiega podobnie jak zwykłej?

2011-07-21



Wizualizacja jednej z symulacji rozkładu ciemnej materii 800 milionów lat po Wielkim Wybuchu, przeprowadzona w ramach projektu The Marenstrum Numerical Cosmology Project. Najnowsze symulacje potwierdzają, że współcześnie ciemna materia tworzy struktury o podobnym charakterze. (Źródło: The Marenstrum Numerical Cosmology Project)

Wielkie struktury kosmiczne zbudowane z ciemnej i zwykłej materii ewoluują w podobny sposób – to jeden z najważniejszych wniosków z najnowszych symulacji komputerowych. Przeprowadzone obliczenia są zwieńczeniem wieloletniej pracy polsko-niemiecko-rosyjskiego zespołu astrofizyków i kosmologów.

Ewolucję wypełniających Wszechświat wielkich obłoków ciemnej i zwykłej materii udało się prześledzić za pomocą wysokorozdzielczych symulacji komputerowych, przygotowanych przez zespół naukowców z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (FUW), Instytutu Fizyki im. Lebediewa Rosyjskiej Akademii Nauk i Instytutu Astrofizycznego w Poczdamie. Wyniki potwierdzają wcześniejsze przypuszczenia dotyczące podstawowych cech ciemnej materii, zwłaszcza jej rozkładu w skalach kosmologicznych.

Od kilku dziesięcioleci astronomowie mają problem z wytłumaczeniem ruchów gwiazd w galaktykach i galaktyk w gromadach galaktyk. Pomiary wskazują, że typowa galaktyka musi zawierać od 10 do 50 razy

więcej niewidocznej materii niż zwykłej, a w gromadach galaktyk tej pierwszej powinno być nawet od 100 do 500 razy więcej. „Okazuje się, że zwykła materia, tworząca świat postrzegany przez nas na co dzień, jest tylko nieznacznym dodatkiem do ciemnej materii. Tej ostatniej jest we Wszechświecie przynajmniej sześć razy więcej – i nikt nie ma pojęcia, czym jest. Odkrywanie jej natury jest niezwykle podniecające”, mówi prof. dr hab. Marek Demiański z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (FUW).

Obecnie przyjmuje się, że ciemna materia składa się z egzotycznych, jeszcze nieznanymi nauce cząstek, niezwykle słabo lub w ogóle nieoddziałujących z promieniowaniem elektromagnetycznym i innymi znanymi obecnie cząstkami elementarnymi. Ciemną materię naukowcy mogą obserwować tylko pośrednio, badając wpływ jej grawitacji na ruchy zwykłej materii.

Skoro ciemnej materii jest tak dużo, musiała odgrywać dominującą rolę w powstawaniu galaktyk i ich gromad. Naukowcy są więc zainteresowani, w jaki sposób ciemna materia rozkłada się we Wszechświecie i jak zbudowane z niej struktury ewoluowały w czasie. Aby odpowiedzieć na te pytania, należałoby obserwować gromady galaktyk, których światło biegło do Ziemi dziesięć i więcej miliardów lat. Tak dalekie obiekty są jednak trudne do detekcji. W efekcie danych obserwacyjnych jest za mało, by można je poddać analizie statystycznej.

Z pomocą w badaniach nad ciemną materią przychodzą symulacje komputerowe. Pozwalają one śledzić proces grupowania się ciemnej materii w dużych skalach i jej wpływ na rozmieszczenie zwykłej materii. Porównując tak otrzymane wyniki z danymi obserwacyjnymi można ocenić, na ile przypuszczenia naukowców dotyczące własności ciemnej materii zgadzają się z rzeczywistością.

We wczesnych epokach po Wielkim Wybuchu zarówno ciemna, jak i zwykła materia były rozłożone mniej więcej równomiernie. W przeciwieństwie do zwykłej, ciemna materia nie oddziałuje z promieniowaniem elektromagnetycznym, które wypełniało Wszechświat wkrótce po Wielkim Wybuchu, mogła więc szybciej poddać się wpływowi własnej grawitacji. Drobne zaburzenia w rozkładzie ciemnej materii zaczęły się grawitacyjnie kurczyć i ściągać ku sobie najpierw ciemną materię, a w późniejszych epokach także zwykłą. Symulacje polsko-niemiecko-rosyjskiej grupy naukowców odzwierciedlają ten proces.

Podczas symulacji analizowano zachowanie około miliarda obiektów punktowych rozmieszczonych w sześcianie o boku długości kilkuset milionów lat świetlnych, przy czym w miarę upływu czasu pierwotny sześcian rozszerzano wraz z „puchącym” Wszechświatem. W sześcianie równomiernie rozmieszczono około miliarda punktów – ograniczeniem ich liczby była moc obliczeniowa współczesnych komputerów. Każdy punkt w symulacji posiadał masę równą ok. stu milionom mas Słońca, przy czym większości punktów przyporządkowano cechy ciemnej materii. Naukowcy analizowali następnie, jak zmienia się rozmieszczenie punktów pod wpływem grawitacji wraz z upływem czasu.

Do najważniejszych wniosków płynących z przeprowadzonych symulacji należy potwierdzenie samopodobieństwa procesu ewolucji struktury ciemnej i zwykłej materii w wielkich skalach kosmicznych. Oznacza to, że jeśli spojrzymy na modelowany sześcian w chwili, gdy od Wielkiego Wybuchu upłynęły cztery miliardy lat, a następnie porównamy jego wygląd z sześcianem mającym dziesięć miliardów lat, to po dopasowaniu rozmiarów obu sześcianów okaże się, że znajdujące się w nich struktury z ciemnej i zwykłej materii wyglądają praktycznie tak samo.

„To podobieństwo procesu ewolucji obu typów materii pozwala na podstawie rozkładu zwykłej materii odtworzyć rozkład ciemnej materii. Naszymi symulacjami potwierdziliśmy ten efekt i mamy teraz większą pewność, że obserwując ruchy gromad galaktyk naprawdę możemy zajrzeć w niewidoczny świat

ciemnej materii”, podsumowuje prof. Demiański.

Wyniki symulacji komputerowych rozkładu ciemnej i zwykłej materii zostały opublikowane w czasopiśmie „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, były również prezentowane na międzynarodowej konferencji „JENAM 2011 European Week of Astronomy and Space Science” 4 – 8 lipca w Saint Petersburgu, Rosja.