

Ciemna materia *in flagranti*

Od lat rośnie przekonanie, że większość materii we Wszechświecie jest niedostrzegalna i w dodatku nieznaną natury. Dowody na istnienie tej tzw. ciemnej materii były, jak dotąd, tylko pośrednie, ponieważ jedynie efekty jej grawitacyjnego oddziaływania ze zwykłą materią mogą być postrzegane.

Brak bezpośredniego dowodu istnienia ciemnej materii pozwalał na konstruowanie hipotez, w których obserwacje były wyjaśniane za pomocą modyfikacji prawa powszechnego ciążenia.

Nadal hipotetyczna, ciemna materia składa się najprawdopodobniej z nieodkrytych jeszcze, masywnych, słabo oddziałujących cząstek. Obserwacje struktur o coraz większej skali (galaktyk, gromad galaktyk) wskazują, że większość ich masy jest zawarta w kulistych otoczkach zawierających takie cząstki.

Z kolei większość pozostałej, zwykłej materii tych struktur też nie świeci, przynajmniej w promieniowaniu widzialnym, ponieważ występuje w postaci rozrzedzonego gazu. Tylko niewielka część zwykłej materii tworzy świecące gwiazdy.

Poprawność nakreślonego obrazu wielkoskalowych struktur może być sprawdzona tylko doświadczalnie. Coraz wyraźniej widać, że kosmologia i fizyka cząstek to dwa końce jednego kija, którym można sondować tajemnice Wszechświata. Dlaczego więc nie zastosować metod doświadczalnych fizyki cząstek? Jak wiadomo, są one, przynajmniej pojęciowo, niezwykle proste. Wywodzą się z epoki kamienia łupanego. Żeby otworzyć orzech, trzeba w niego czymś uderzyć. Można również zgnieść jeden orzech o drugi. Aby przeprowadzić doświadczenie w tym duchu, należy zaaranżować zderzenie gromad galaktyk. Jeżeli większość masy gromad stanowi ciemna materia, to powinna ona przetrwać eksperyment praktycznie bez zaburzenia. Skutki kolizji będą widoczne tylko dla zwykłej materii, zwłaszcza dla gazu, który rozgrzeje się i uformuje fale uderzeniowe.

Pomysł dobry, tylko jak go zrealizować? Jedynym sposobem jest poszukanie miejsca, gdzie taka kolizja nastąpiła sama z siebie.

Dobrą kandydatką wydawała się gromada galaktyk 1E0657-56. Jej dokładny obraz w promieniowaniu rentgenowskim, uzyskany niedawno za pomocą kosmicznego obserwatorium Chandra, ukazuje właśnie przewidywane fale uderzeniowe (ryc. 1), dowodząc, że obecny wygląd gromady jest wynikiem zderzenia dwóch innych. Gromada ta jest nazywana pociskiem (bullet), bo do złudzenia przypomina przestrzelenie czegoś uwiecznione szybką kamerą. Eksperyment został przeprowadzony, ale jak sprawdzić, co się stało z ciemną materią? Przewidujemy, że niezaburzona wyprzedziła gaz i objawiłaby się jako dwie oddalające się kule, o ile tylko udałoby się ją wykryć.

Ponieważ bezpośrednio jej nie widać, to jedyne, co można zrobić, to wykorzystać jej masę i związane z nią

oddziaływanie grawitacyjne. Rozkład masy ciemnej materii można uzyskać, badając jej soczewkowanie grawitacyjne.

To właśnie zrobiono za pomocą kosmicznego teleskopu Hubble'a, naziemnego teleskopu Magellana i VLT (wielkiego teleskopu ESO). Uzyskana mapa jest przedstawiona jako rozjaśnienia nałożone na obraz optyczny (ryc. 2). Widać, że obserwujemy dokładnie to, czego się spodziewaliśmy. Większość materii uczestniczącej w zderzeniu pozostała niezaburzona i wyprzedza rozgrzany w czasie kolizji gaz.

Jest to najbardziej bezpośredni dowód realności ciemnej materii – jeszcze dymiący pistolet znaleziony przez partyzantów ciemnej materii.



Rycina 1. Gromada galaktyk 1E0657-56. Obraz rentgenowski, uzyskany za pomocą kosmicznego obserwatorium Chandra, nałożony na obraz optyczny.

Obraz rentgenowski dzięki: M. Markevitch i inni; NASA/CXC/CfA.

Obraz optyczny dzięki: D. Clowe i inni; NASA/STScI; Magellan (U. Arizona).



Rycina 2. Gromada galaktyk 1E0657-56. Mapa gęstości materii uzyskana dzięki analizie obrazów galaktyk tła zniekształconych w wyniku soczewkowania grawitacyjnego, nałożona na obraz optyczny.

Mapa gęstości materii dzięki: D. Clowe i inni; NASA/STScI; ESO WFI; Magellan (U. Arizona).

Obraz optyczny dzięki: D. Clowe i inni; NASA/STScI; Magellan (U. Arizona).

Piotr ZALEWSKI