

Wszelchświat w mojej kieszeni



Sieci kosmiczne



Françoise Combes
Observatorium Paryskie

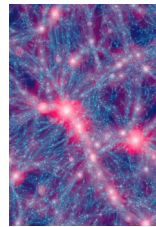
Gaz w filamentach

Do niedawna filamenty kosmiczne były wykrywane jedynie za pomocą zawartych w nich galaktyk. Jednakże w ich skład wchodzi również rozrzedzony gaz i ciemna materia. Atomy wodoru w tym gazie pochłaniają światło z oddległych kwazarów. Można zatem odzwzorować rozkład objętościowy filamentów (zobacz str. 8). Gaz w filamentach może być również detektowany za pośrednictwem swojej emisji, gdy jest wzbudzany przez gorące gwiazdy i kwazary. Halo gazowe zostało wykryte wokół 270 galaktyk między przesunięciami ku czerwieni od 2 do 6. Odkrycia tego dokonana grupa europejskich astronomów, dzięki ekstremalnej czułości instrumentu MUSE zaistalowanego na Bardzo Dużym Teleskopie (VLT) należącym do ESO.



Quiz

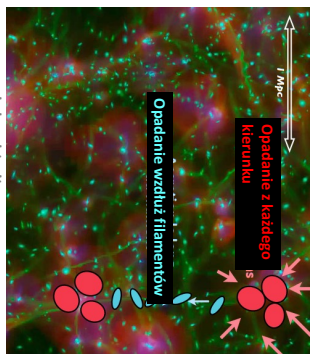
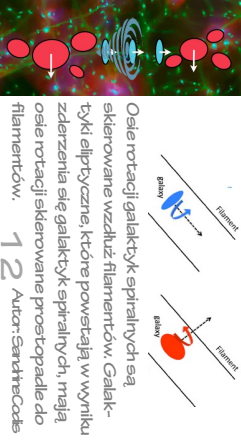
- Które z tych obrazów pokazują:
- Ułożenie galaktyk?
 - Filamenty kosmiczne?
 - Pajęczynę?



Odpowiedzi na
odroście strony

Orientacja galaktyk

Różne galaktyki bywają znajdowane w różnych miejscach. W gromadach, zwykle znajdujemy masywne galaktyki eliptyczne na przecięciu filamentów. Te galaktyki zawierają tylko stare gwiazdy (dłatego są czerwone). Wewnątrz samych filamentów znajdujemy galaktyki spiralne. Galaktyki te akreują zimny gaz, z którego powstają gwiazdy; to daje im ich charakterystyczny niebieski kolor. Gaz opadający na niebieskie galaktyki pochodzi z zewnętrznych części filamentów, a oś rotacji tych galaktyk zwykle jest skierowana równolegle do filamentów. W przypadku czerwonych galaktyk eliptycznych, które są często wynikiem zderzenia dwóch galaktyk dyskowych, jest wprost przeciwnie. Na stronie 12 pokazano to za pomocą symulacji numerycznej.

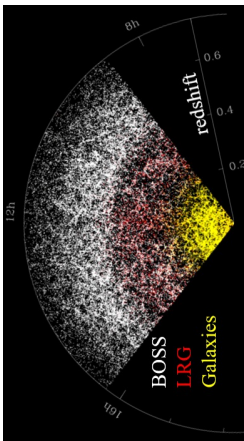


Głębsze przeglądy

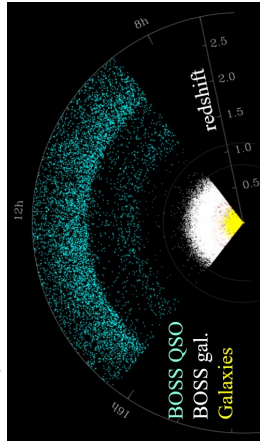
Średnie przesunięcie ku czerwieni głównej próbki galaktyk SDSS to $z=0.1$. Odpowiada ono odległości 1,5 miliarda lat świetlnych. Próbkę jasnych czerwonych galaktyk sięga do $z=0.7$. Projekt BOSS sięga do $z=1$ (22 miliardy lat świetlnych). Z wykorzystaniem kwazarów, które są jaśniejsze od galaktyk, można sięgnąć nawet do $z=5$ (155 miliardów lat świetlnych).

Tak jak należało się spodziewać, Wszelchświat jest mniej uporządkowany na większych przesunięciach ku czerwieni, czyli wówczas gdy był młodszy*. Gromady galaktyk powstają na $z=2$ (3,5 miliardy lat po Wielkim Wybuchu). Filamenty oraz struktura przypominająca ser szwajcarski istniała już wówczas, ale była mniej wyraźna, niż obecnie.

* Zobacz TUIMP 125



Główna próbka galaktyk SDSS została zaznaczona na żółto. Jasne galaktyki czerwone (LRG) zaznaczono na czerwono, a galaktyki projektu BOSS na białe. Kwazary (QSO) projektu BOSS oznaczono na zielono.



*patrz TUIMP 2 i 12, 3

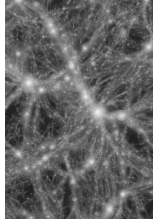
Tłumaczyła: Anna Wójcikowicz



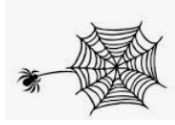
Aby dowiedzieć się więcej o tej serii oraz tematyce przedstawionej w tej książeczce, zapraszam na stronę <http://www.tuimp.org>

Jest częścią projektu Millennium, Autor: Springel i Inni (2005).

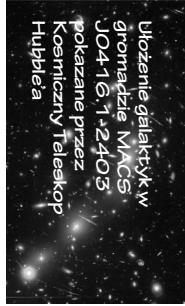
Odpowiedzi



Symulacja sieci kosmicznej



Pajęczyna

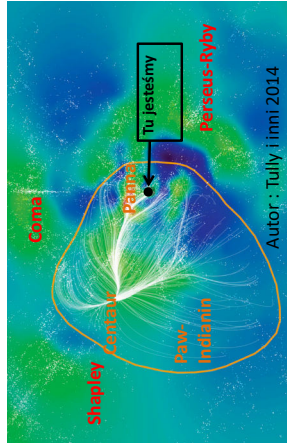


Ułożenie galaktyk w gromadzie MACS J0416.1+2403 pokazane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a

Książeczka ta została napisana przez Françoise Combes z Obserwatorium Paryskiego (Francja) w 2020 roku.

Wszczęświat w mojej kieszeni Nr 13

Okładka: Symulacja numeryczna rozkładu ciemnej materii w sieciach kosmicznych. Im jaśniejszy kolor, tym większa gęstość. Galaktyki formują się wzdłuż filamentów, a gromady galaktyk na przecięciu się filamentów. Symulacja ta jest częścią projektu Millennium, Autor: Springel i Inni (2005).



Autor : Tuły i Inni 2014

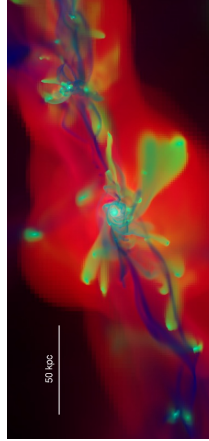
Odwzorowanie lokalnej supergromady Laniakea, co w języku hawajskim znaczy "ogromne niebo". Została ona tak nazwana na cześć Polinezyjskich nawigatorów, którzy wykorzystywali swoją wiedzę o niebie do nawigacji na Oceanie Spokojnym.

Nasza Galaktyka znajduje się w pobliżu tego dużego czarnego punktu w centrum. Galaktyki zostały zaznaczone jako białe punkty. Białe linie oznaczają kierunek, w jakim poruszają się te galaktyki. Niebieskie obszary oznaczają pustkę kosmiczną. Pomarańczową linią zakreślono obszar super-gromady Laniakea. Zatem gromady Coma i Perseusz-Ryby nie są częścią Laniakei.

Barjony w filamentach

W przeciwieństwie do tego czego należałoby się spodziewać najbardziej rozpowszechniona materia (barjony) nie jest w galaktykach. Wszczęświat jest złożony z 5% barjonów, 25% ciemnej materii i 70% ciemnej energii. Zatem frakcja barjonów w materii wynosi $5/(25+5)=17\%$. Jak zostało zmierzzone frakcja barjonów w galaktykach nie przekracza 3%. Ponad 80% barjonów znajduje się zatem na zewnątrz galaktyk. Uważa się, że te barjony zostały wyrzucone przez supernowe w galaktykach o masywnych masach lub przez aktywne jądra* w bardziej masywnych galaktykach. Wyrzuty materii wzbogacają przestrzeń międzygalaktyczną w ciężkie pierwiastki powstające w gwiazdach, takie jak węgiel, tlen czy żelazo.

* Zobacz TUIMP 6 i 11



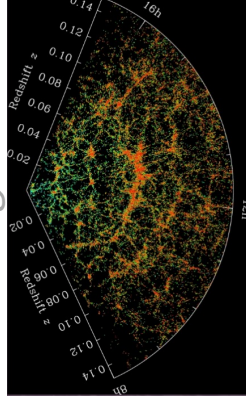
Wynik symulacji numerycznych* Agertz'a i innych (2009) pokazuje opadanie zimnego gazu na galaktyki wzdłuż kosmicznych filamentów oraz wyrzuty gazu wzbogadzonego w ciężkie pierwiastki wyprodukowane w gwiazdach. Na niebiesko, zimny gaz. Na czerwono, gaz podgrzany do bardzo dużych temperatur. Na zielono, wzbogacony gaz wyrzucany przez galaktyki.

* Symulacje numeryczne to obliczenia wykonane na komputerze, które mają na celu odwzorowanie rzeczywistych układów uwzględniając prawa fizyki. Na przykład, można wykonać symulację przepływu rzeki, powstawania galaktyki itp. Symulacje wykonywane nawet na najsztybszych komputerach mogą liczyć się miesiącami.

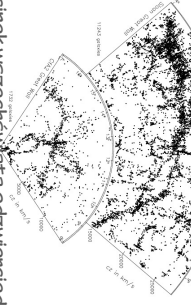
Laniakea : nasza supergromada

Nasza galaktyka znajduje się na obszarach supergromady galaktyk, odkrytej w 2014 roku i nazwanej Laniakea. Struktura ta powoli się rozpada. Ma ona średnicę 500 milionów lat świetlnych i zawiera ponad sto tysięcy galaktyk. Aby wykryć Laniakea, koniecznym było zmierzenie odległości do galaktyk z metodami, które nie wykorzystują prędkości radialnych lub prawa Hubble-Lemaître*. W rzeczy samej, prędkości radialne galaktyk oprócz składowej związanej z kosmologiczną ekspansją, posiadają zaburzenia wynikające z ich wzajemnego oddziaływania grawitacyjnego. Dzięki temu możliwe jest stwierdzenie czy galaktyka jest dynamicznie związana z innymi, a zatem czy przynależy do tej samej grupy.

* Zobacz TUIMP 12



Wynik wszechświata odwzorowanego w 2000 roku przez SDSS. Widoczne "ściany" są nawet większe, niż w CFA2.



Wykres wszechświata odwzorowanego przez CFA2. Każdy punkt oznacza galaktykę. Widoczna jest ogromna "ściana" galaktyk. Autor: Richard Gott