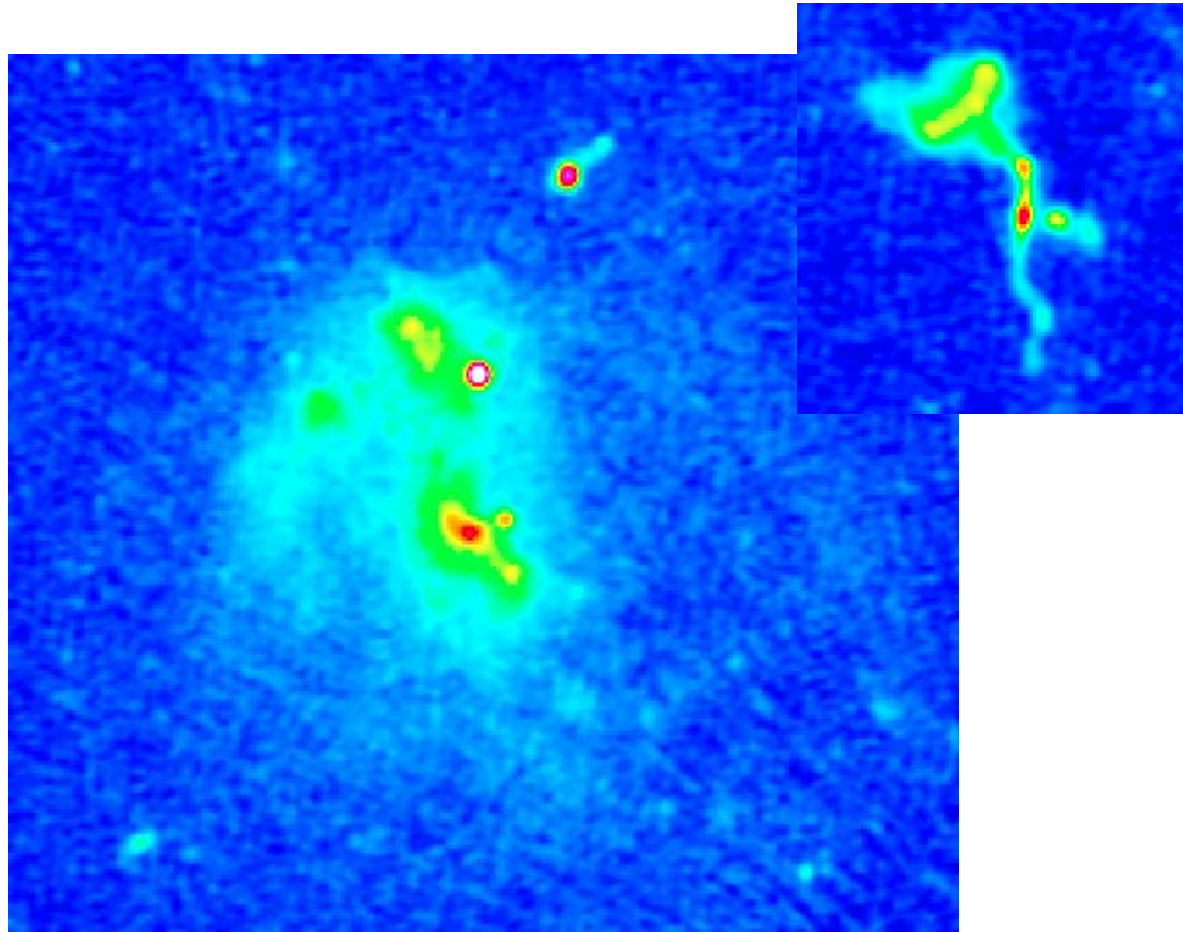




UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Zakład Radioastronomii i Fizyki Kosmicznej 2021



Źródło: K. Chyży, LoTSS



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

oa.uj.edu.pl/zrfk

Kim jesteśmy i nad czym pracujemy?

1. Bliskie galaktyki i pulsary:

prof. dr hab. Krzysztof Chyży (kierownik Zakładu)
dr hab. prof. UJ Marian Soida
dr Marek Weźgowiec
prof. dr hab. Marek Urbanik (em.)
mgr Julia Piotrowska (doktorantka)

2. Pary, grupy i gromady galaktyk:

dr Błażej Nikiel-Wroczyński
dr hab. Grażyna Siemieniec-Oziębło (em.)
mgr Mariia Bilinska (doktorantka)

3. Galaktyki aktywne:

dr Urszula Pajdosz-Śmierciak

4. Badania kosmologiczne:

mgr Franciszek Humieja (doktorant)
dr Dominika Hunik-Kostyra

Opieka nad radioteleskopami i pracownią elektroniczną:

dr Stanisław Ryś
mgr Jacek Knapik
Bartosz Śmierciak

Opieka nad oprogramowaniem LOFAR-a:

dr Aleksander Kurek



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



RT-15

Niewielką antenę już w 1964 roku zastąpiono znacznie większym instrumentem – piętnastometrowym radioteleskopem, który jest używany do zajęć dydaktycznych.

Początek – lata 50te XX wieku

Pierwszy radioteleskop w Polsce powstał w Krakowie, umieszczono go na Forcie Skała; czasza miała średnicę 7m (fot. z lewej).



RT15. Źródło: OAUJ/ M.Soida

RT-16

Trwają prace nad następcą RT-15, szesnastometrową anteną do celów dydaktycznych oraz naukowych. Wysoka dokładność wykonania czaszy w połączeniu z "satelitarnym" systemem napędowym (duża prędkość w obu osiach) pozwoli na prowadzenie badań na częstotliwościach do 8 GHz z możliwością szybkiej zmiany celu obserwacji.

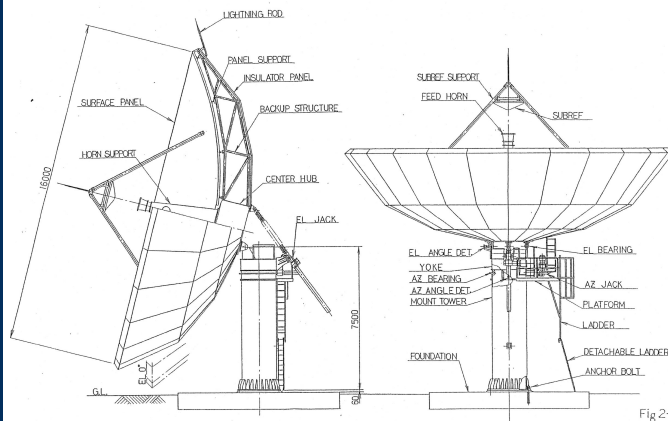


Fig.2-1

16M AZ-EL ANTENNA

Źródło: OAUJ

RT-3

Najmniejsza z anten to element projektu RADIO-HOU, pozwalająca na obserwacje rozkładu wodoru neutralnego w Drodze Mlecznej. Trwa instalacja enkoderów kąta.



Źródło: OAUJ

Radioastronomia w Krakowie – dziś i jutro



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

LOFAR

Uniwersytet Jagielloński to jedna z trzech polskich instytucji zarządzających własnymi stacjami (polami anten) ogólnoeuropejskiej, niskoczęstotliwościowej sieci interferometrycznej LOFAR. Ten wciąż rozwijany instrument jest najdoskonalszym radioteleskopem niskoczęstotliwościowym na Ziemi.

(a może i w całym Wszechświecie)



Anteny JVLAs (USA) Źródło: NRAO

SKA

The Square Kilometre Array – radiointerferometr o ogromnej powierzchni efektywnej jednego kilometra kwadratowego – to instrument przyszłości, który wkrótce powstanie w Afryce i w Australii. W zespołach Kluczowych Projektów Naukowych znajdują się naukowcy z Zakładu Radioastronomii i Fizyki Kosmicznej OA UJ.

oa.uj.edu.pl/zrfk

Źródło: SKA

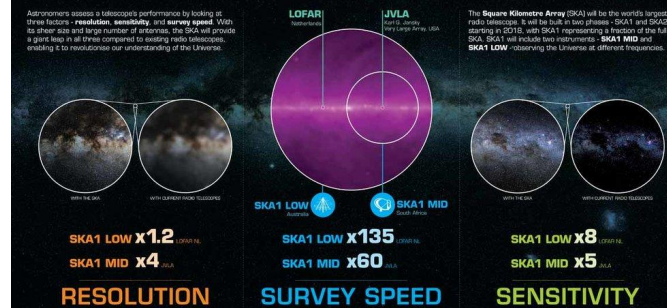
Anteny LOFAR-a w Łazach. Źródło: OAUJ



Świetne instrumenty, nowe odbiorniki

Wykorzystujemy nie tylko własne instrumenty, ale też światowej klasy urządzenia znajdujące się w różnych krajach. Interferometry WSRT (NL), JVLAs (USA) oraz GMRT (IN), czy stumetrowy radioteleskop w pobliżu Effeslbergu (DE) – wszystkie te teleskopy zostały niedawno zmodernizowane, co pozwala na prowadzenie jeszcze dokładniejszych badań radioastronomicznych.

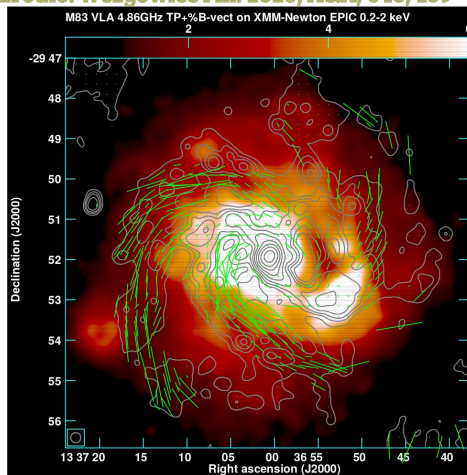
How will SKA1 be better than today's best radio telescopes?





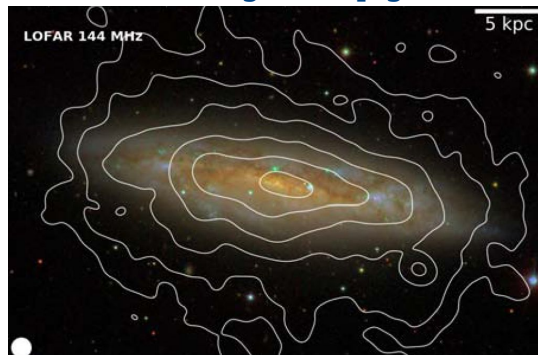
UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

prof. Krzysztof Chyży
dr hab. Marian Soida
dr Marek Weżgowiec
prof. Marek Urbanik
mgr Julia Piotrowska



...ich modele oraz związek z emisją rentgenowską

Analiza pola magnetycznego pozwala na budowę modelu oraz odkrycie, w jaki sposób dana galaktyka ewoluowała – szczególnie w przypadku obiektów w jakikolwiek sposób zaburzonych. Obraz ten uzupełniają dane rentgenowskie – wzrost temperatury gorącego gazu sugeruje zjawisko kompresji lub ścinania pól magnetycznych; brak takiego wzrostu – oddziaływania pływowe.



Źródło: Miskolczi i in. 2019, A&A, 622, 9

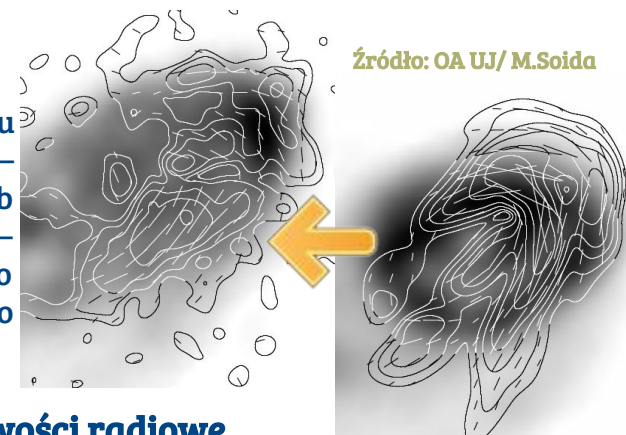
Pulsary

Te nieodłącznie związane z radioastronomią obiekty stanowią jedne z ważniejszych “urządzeń diagnostycznych” dla naszej Galaktyki. Rejestracja i badanie sygnału pulsarowego jest możliwe dzięki naszej stacji LOFAR-a.

Bliskie galaktyki i pulsary

Pola magnetyczne w galaktykach...

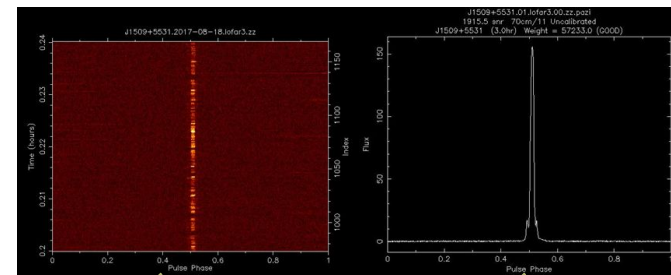
W galaktykach spiralnych i nieregularnych możliwe jest wzmacnianie i regularyzacja pola magnetycznego poprzez mechanizm dynama MHD, być może również w wyniku oddziaływań z otaczającą plazmą. Takie pola wypełniają przestrzeń międzygwiazdową, odgrywając ważną rolę w ewolucji galaktyk; na ilustracji widać galaktykę M83, zaobserwowaną przy pomocy interferometru VLA (kontury) oraz teleskopu kosmicznego XMM-Newton (tło).



Źródło: OA UJ/ M.Soida

Niskie częstotliwości radiowe

LOFAR sięga tam, gdzie jeszcze niedawno nie prowadzono obserwacji. Mamy tylko przypuszczenia, czego możemy się spodziewać – a osiągnane wyniki często wykraczają poza nasze najśmielsze oczekiwania. Przykładem jest widoczna po lewej galaktyka NGC 3556, której rozległą otoczkę radiową dobrze widać w danych z przeglądu LoTSS.



Źródło: POLFAR/W.Lewandowski, B. Śmierciak



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

dr Błażej Nikiel-Wroczyński
dr hab. Grażyna Siemieniec
-Oziębło
mgr Mariia Bilinska

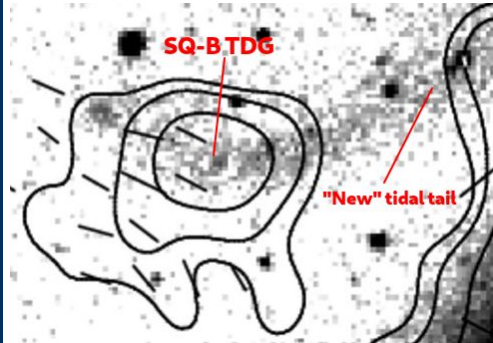
oa.uj.edu.pl/zrfk

Pary, grupy i gromady

Małoliczne układy galaktyk

Pary i grupy galaktyk cechuje duża gęstość przestrzenna: galaktyki są tak blisko, że ulegają częstym kolizjom; ich efektem jest zaburzenie i wzmacnianie pola magnetycznego, które staje się ważnym elementem dynamiki gazu międzygalaktycznego. Choć energie tu spotykane są znacznie niższe, niż w gromadach, to powszechność występowania takich układów czyni je ważnymi obiektami badawczymi.

Źródło: OA UJ/ B. Nikiel-Wroczyński



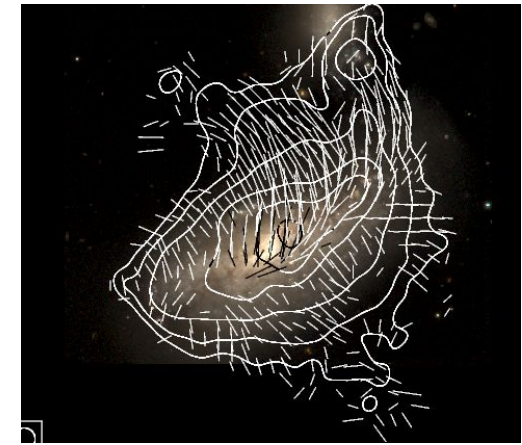
Gromady galaktyk

Największe grawitacyjnie związane struktury we Wszechświecie, gromady, mogą liczyć nawet tysiące galaktyk. Zlewianie się takich obiektów ze sobą to jeden z najbardziej spektakularnych procesów – biorą w nich udział ogromne ilości masy i energii. Jego przebieg i rezultaty można śledzić dzięki badaniom radiowym i rentgenowskim.



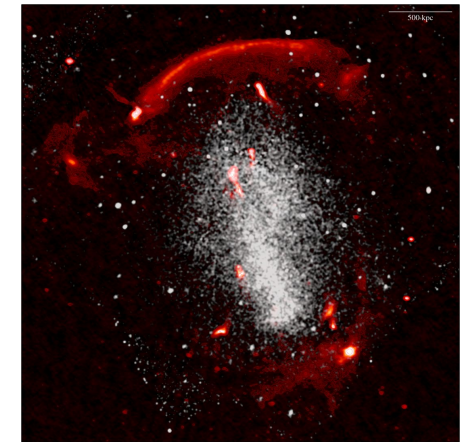
Źródło: K. Rajpurohit et al 2018 ApJ 852 65

Źródło: OA UJ/ B. Nikiel-Wroczyński



Galaktyki z odzysku

Czasami efektem zderzenia galaktyk jest powstanie nowego, niewielkiego bytu – karłowatej galaktyki pływowej. Znamy już kilkaset obiektów, które mogą być takimi galaktykami, ale dotychczas tylko w trzech wykryto pole magnetyczne.



Źródło: Duy Hoang/LOFAR Surveys Team

Przepis na kosmiczną parówkę i szczoteczkę

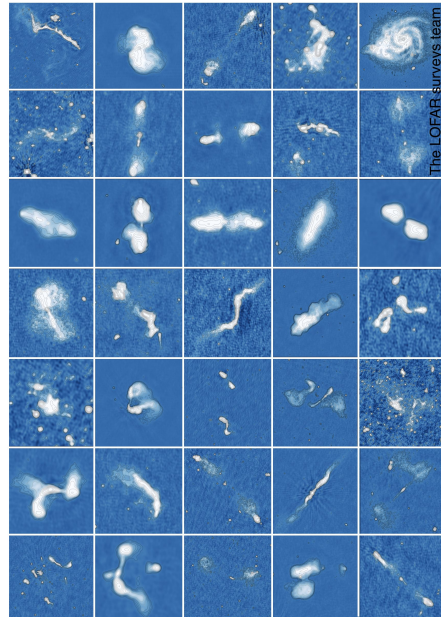
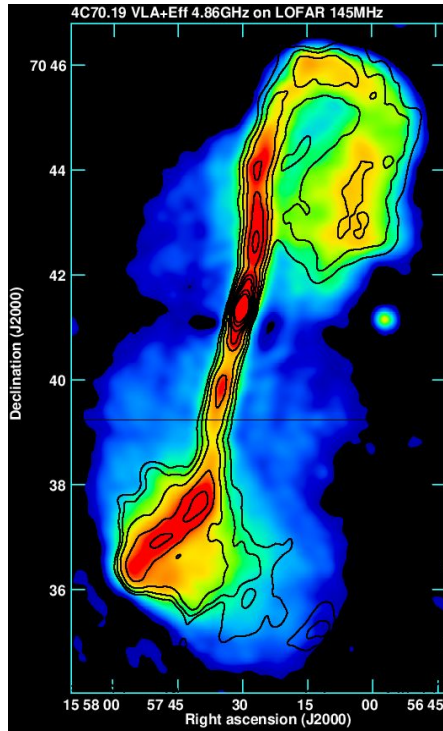
Typowymi dla gromad strukturami radiowymi są relikty – (najczęściej) łukowate struktury, powstające w wyniku propagacji frontu uderzeniowego. Te fronty to kosmiczne akceleratory cząstek; w ramach naszych badań testujemy różne modele akceleracji.



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

dr Urszula Pajdosz-Śmierciak
z doskoku
dr Marek Weźgowiec
prof. Krzysztof Chyży
dr hab. Marek Jamroz
(współpraca)

Źródło: Weźgowiec i in. w przyg.



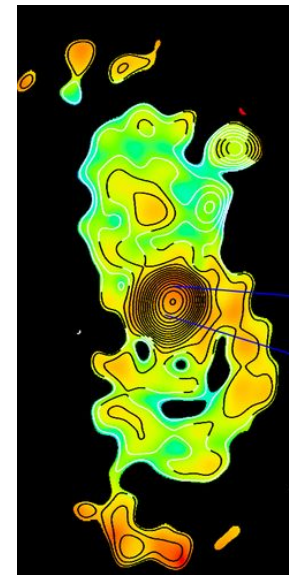
Galaktyki aktywne

Wokół supermasywnej czarnej dziury...

...czyli AGN-a, aktywnego jądra galaktyki. Radioastronomia pozwala nam spojrzeć na najaktywniejsze we Wszechświecie obiekty z zupełnie innej perspektywy. W radiowym zoo znajdziemy między innymi radiogalaktyki FRI, FRII, WAT/NAT, w kształcie X oraz radiowe giganty (GRG). Jeszcze inną klasą AGNów są blazary, których skolimowane strugi promieniowania skierowane są bezpośrednio w naszym kierunku.

Gigantyczne radiogalaktyki, dżety, blazary o burzliwej przeszłości...

Dzięki obserwacjom radiowym możemy odkrywać intrygujące struktury naokoło wcześniej już zaobserwowanych obiektów. Widoczny po prawej blazar posiada radiową otoczkę rozciągającą się na więcej niż megaparsek od centralnego obiektu! Czarna dziura w centrum miała bardzo burzliwą przeszłość, a dżet zmienił kierunek swojej propagacji – najprawdopodobniej poprzez mechanizm wleczenia układów współrzędnych Lense'a-Thirringa. Nie jest to jednak największe znane ludzkości radioźródło – profesor Jerzy Machalski z OA UJ jest odkrywcą największej poznanej dotąd radiogalaktyki, J1420-0545, o rozmiarach aż 5 Mpc!



Źródło: OA UJ/
U. Pajdosz-Śmierciak

LOFAR-LotSS

LoTSS, przegląd nieba na falach o długości dwóch metrów to projekt którego celem jest wykonanie mapy całego północnego nieba na częstotliwości ok. 150 MHz z niespotykaną dotychczas zdolnością rozdzielczą oraz czułością. W ramach pierwszego etapu – analizy danych zebranych z ledwie ułamka całego nieba – odkryto kilkaset tysięcy nieznanymi dotychczas radiogalaktyk; nowe odkrycia są już w drodze.

Źródło:
Tim Shimwell
& LOFAR
Surveys Team

Badania kosmologiczne

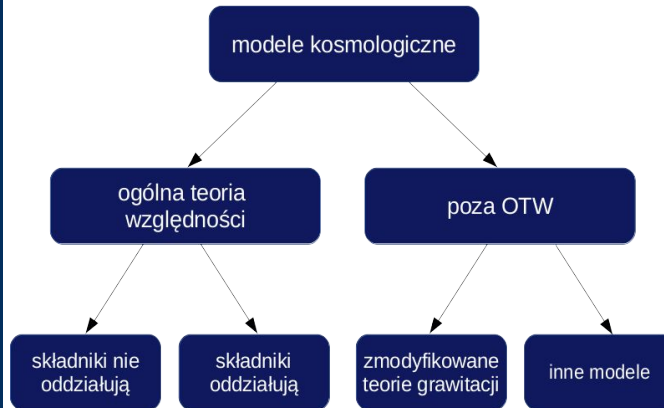


UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

mgr Franciszek Humieja
(współpraca)

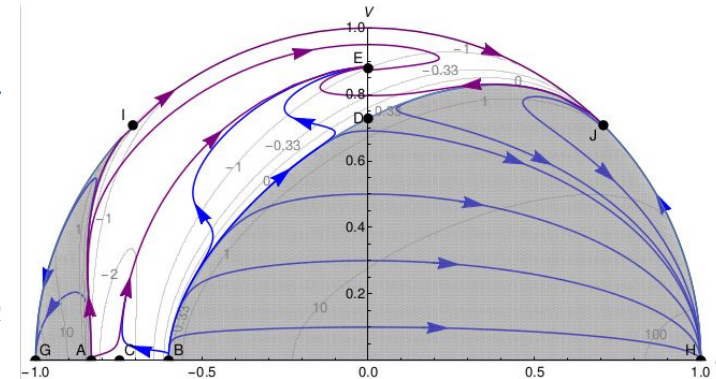
Dynamika modeli kosmologicznych

Zadaniem kosmologów jest budowanie dynamicznych scenariuszy ewolucji Wszechświata motywowanych przez fizykę fundamentalną. Modele takie należy skonfrontować następnie z obserwacjami. Budujemy modele Wszechświata i badamy dynamikę jego ewolucji od samych narodzin, poprzez stan obecny, aż po stan finalny. Badamy również zależność charakteru tej ewolucji od wartości parametrów modelu.



Przyspieszający Wszechświat

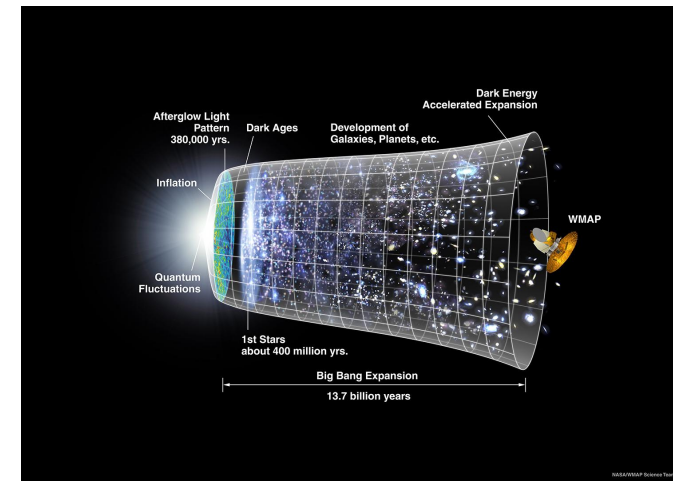
Jednym z problemów, jakie napotyka model Wszechświata wyrysowany przez równania FRW jest konieczność wprowadzenia tzw. ciemnej energii, hipotetycznego „bytu” pozwalającego na wytłumaczenie, dlaczego ekspansja przyspiesza, natomiast sam Wszechświat jest płaski. Modele, gdzie równania te zostają zmodyfikowane nie mają takiego problemu – trzeba tylko znaleźć sposób, by sprawdzić, czy istnieją statystyczne przesłanki dla ich prawdziwości.



Źródło: Humieja & Szydłowski, 2019, Eur. Phys. J. C 79, 794

Odejście od modelu standardowego

Choć powszechnie akceptowany, standardowy model kosmologiczny nie jest idealny: występują pewne niuansy i trudności w jego budowie i zastosowaniu do obserwacji. Z tego też powodu w dążeniu do ich wyjaśnienia Ogólna Teoria Względności nie jest niezastępowalna – może być modyfikowana tak, aby uzyskać jak najlepsze rezultaty.



Źródło: NASA/WMAP



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Kariera w naszym Zakładzie

Prace magisterskie

prof. dr hab. Krzysztof Chyży
Nowy Budynek 8, krzysztof.chyzy@uj.edu.pl

1. Niskoczęstotliwościowa relacja radio-podczerwień oraz widma galaktyk na podstawie przeglądu całego nieba północnego wykonanego instrumentem LOFAR.

2. Ewolucja kosmologiczna pól magnetycznych w różnych galaktykach w oparciu o analizę przeglądów dalekiego Wszechświata typu GOODS-North wykonanych interferometrem LOFAR i JVLA.

dr hab. Marian Soida, prof. UJ
Rotunda 1, soida@oa.uj.edu.pl

1. Testowanie/rozwój kodu numerycznego całkującego równania MHD w warunkach środowiska międzygwiazdowego.

dr Błażej Nikiel-Wroczyński
Stary Budynek 11, blazej.nikiel_wroczynski@uj.edu.pl

1. Badanie emisji radiowej ze zwartych grup galaktyk;

2. Poszukiwanie emisji radiowej w karłowatych galaktykach pływowych.

dr Marek Weźgowiec
Nowy Budynek 12a, marek.wezgowiec@uj.edu.pl

1. Pola magnetyczne i gorący gaz w wybranych galaktykach spiralnych

2. Diagnostyka oddziaływań oraz zaburzeń galaktyk spiralnych gromady Virgo



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Kariera w naszym Zakładzie

Prace doktorskie

prof. dr hab. Krzysztof Chyży
Nowy Budynek 8, chris@oa.uj.edu.pl

Ewolucja galaktyk i propagacja promieniowania kosmicznego w różnych galaktykach, statystyczne i modelowe badania galaktyk oparte na najnowszych przeglądach nieba wykonanych instrumentem LOFAR

dr hab. Marian Soida, prof. UJ
Rotunda 1, soida@oa.uj.edu.pl

Modelowanie numeryczne środowiska międzygwiazdowego.



Źródło:LoTSS

Observatorium Astronomiczne UJ

oa.uj.edu.pl

Zakład Radioastronomii i Fizyki

Kosmicznej

oa.uj.edu.pl/zrfk