

Obserwując linie spektralne (patrz tuimp 30) w zakresie radiowym, możemy wykrywać efekt Dopplera do pomiaru prędkości radiowej emitujących obiektów. Modelując zależność między prędkością a odległością, możemy wykorzystywać te emisje radiową do mapowania struktury spiralnej Drogi Mlecznej i pomiaru rotacji innych galaktyk.

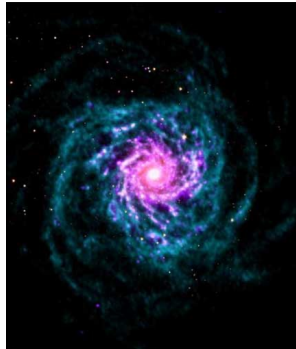


Heracles A
Zródło NRAO

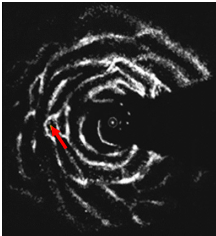
Galaktyka radiowa Heracles A. Obraz w świetle widzialnym (pokazany na biał) pochodzi z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Jest nakładony na obraz radiowy (pokazany na różowo) uzyskany przez radioteleskop Very

Atom wodoru

Długość fali fotonów jest odwrotnie proporcjonalna do ich energii i nie zależy od rozmiaru źródła emisji. Na przykład atom wodoru, choć bardzo mały (trzeba by ułożyć 10 miliardów atomów obok siebie, aby uzyskać odinek o długości 1 metra), emituje sygnał o długości fali 21 cm. Wodor jest najpowszechniejszym pierwiastkiem we Wszechświecie (10 razy obfitszy niż hel i 2000 razy obfitszy niż tlen) i znajduje się wszędzie. Śledzi galaktyki od najwcześniejszych czasów do chwili obecnej.



Emisja neutralnego wodoru z galaktyki spiralnej M74 (w fałszywych kolorach).
Zródło: Walter i in. NRAO.



Emisja neutralnego wodoru z Drogi Mlecznej po raz pierwszy ujawniająca jej ramiona spiralne. Strzałka pokazuje położenie Słońca.
(zródło: J. Oort, IWSRT)

Galaktyki radiowe

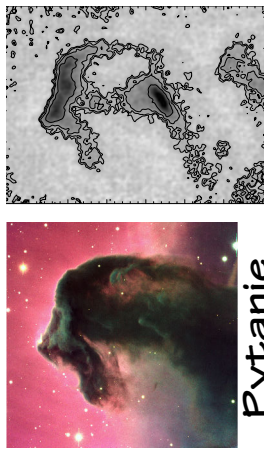
Obecnie uważa się, że większość galaktyk ma supermasywną czarną dziurę w swoim centrum. Jeśli w pobliżu znajduje się materia, czarna dziura akreduje ją poprzez „dysk akrecyjny” (patrz tuimp 4-7). Mówi się, że czarna dziura staje się „aktywna”.

W niektórych przypadkach tworzy się para dżetów zjonizowanej materii. Przyczyna tego zjawiska nie jest jeszcze w pełni zrozumiała. Uważa się, że obracający się dysk akrecyjny generuje pole magnetyczne, które koncentruje materię dysku w bardzo szybkie dżety, wykrywalne dzięki emisji fal radiowych. Zazwyczaj rozmiar dżetów nie przekracza rozmiaru galaktyki. Ale w niektórych spektakularnych przypadkach dżety rozciągają się w przestrzeni międzygalaktyczną na odległości mogące przekraczać kilka milionów lat świetlnych.

Pyt

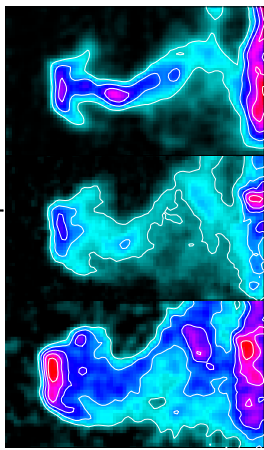
Każde ciało, które nie znajduje się o temperaturze zera absolutnego emituje promieniowanie, którego intensywność i „kolor” zależą głównie od jego temperatury. Powierzchnia Słońca o temperaturze około 5500°C świeci na żółto, ludzkie ciało w temperaturze 37°C świeci w podczerwieni przy długości fali 10 μm (można je zobaczyć za pomocą okularów na podczerwień nawet w nocy).

Faj międzygwiazdowy także świeci. Jeśli jest bardzo zimny, emituje tylko w dalekiej podczerwieni lub radiowo. Dzięki temu możemy badać bardzo zimne, ciemne obłoki molekularne (w temperaturze 10 K kelwinów). Gdy w takich obłokach powstają gwiazdy, wokół nich tworzy się dysk z gazu i pyłu. Widać w nim przerwy — to miejsca, gdzie formują się planety, zbierając materię ze swojego otoczenia i pozostawiając pasma bez pyłu.



Pytanie

Oto pięć obrazów Mgławicy Koński Łeb w Orionie. Który z nich nie pochodzi z zakresu fal radiowych?

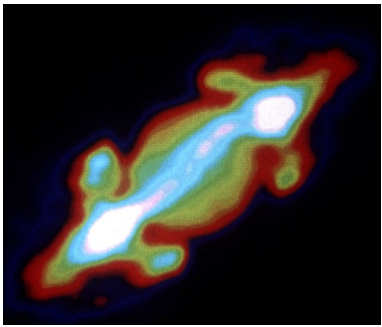


Odpowiedź na odwrócie.

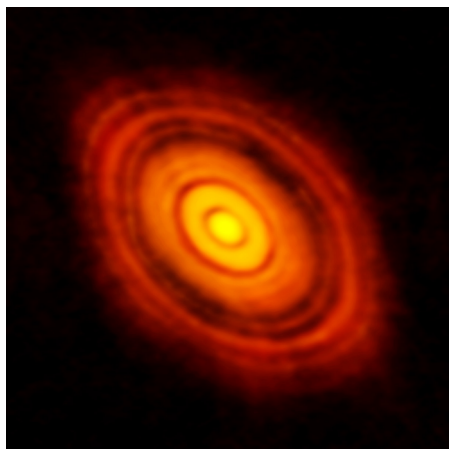
Radioastronomia



Laurent Pagani
CNRS & Observatoire
de Paris PSL



Wszechświat w mojej kieszeni



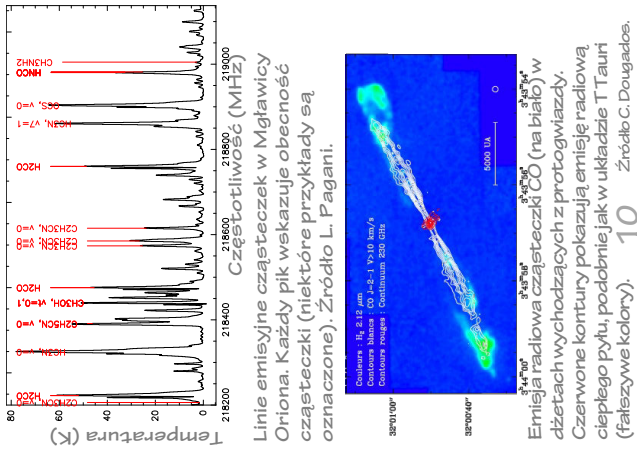
Dysk gwiazdowy T Tauri, która jest gwiazdą w trakcie formowania, jest bogaty w pył i gaz. Oto obraz radiowy przedstawiający pierścienie pyłu, oddzielone bruzdami, w których formują się planety (fałszywe kolory).

Zródło: ALMA

Radłowe „tłł kosmologiczne”

Wszechświat powstał 13,8 miliarda lat temu. Był bardzo gęsty i gorący i od razu zaczął się rozszerzać (patrz tuimp 12).

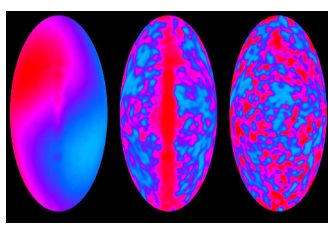
Z czasem jego energia rozproszyła się w coraz większej przestrzeni, a początkowe promieniowanie o wysokiej energii przekształciło się w bardzo chłodne promieniowanie o temperaturze 2,72 K, widoczne jako jednolita emisja radiowa. Ruch Ziemi, Słońca i naszej Galaktyki powoduje zmiane obserwowanej częstotliwości tego promieniowania: przesunięcie ku błękitowi w kierunku ruchu i ku czerwieni w przeciwnym. Na tej podstawie można określić kierunek i prędkość naszego ruchu — około 600 km/s (dla porównania Ziemia krąży wokół Słońca z prędkością 30 km/s). Pozostałe fluktuacje tego promieniowania ujawniają zależki wielkich struktur we Wszechświecie.



Cząsteczki

Atomy mogą emitować światło tylko wtedy, gdy ich elektrony zmieniają poziom energii (z wyjątkiem wodoru). Te zmiany uwalniają dużo energii i zazwyczaj emitują w zakresie widzialnym, bliskiej podczerwieni lub ultrafiolecie. Cząsteczki, czyli zespoły kilku atomów (co najmniej dwóch, takich jak CO, tlenek węgla, lub trzech, takich jak H₂O, woda), mają również możliwość wibrowania lub obracania się wokół własnej osi. Ten obrót wymaga bardzo mało energii, a zmiany poziomów energetycznych emitują światło w postaci fal radiowych. W ten sposób udało nam się wykryć ponad 300 różnych cząsteczek we Wszechświecie. Gwiazdy w trakcie narodzin często emitują parę spektakularnych dżetów molekularnych, widocznych w niektórych cząsteczkach (CO, SO, SiO...)

obserwowalnych używając radio teleskopy.



Niebo widziane w zakresie radiowym na 53 GHz przez satelitę COBE. Na górze promieniowanie kosmologiczne o temperaturze 2,72 Kelvina (bardzo blisko zera absolutnego), przesunięte ku niebieskiemu w kierunku ruchu Drogi Mlecznej. W środku fluktuacje szcążtkowe po usunięciu efektu tego ruchu. Dominuje nasza Galaktyka (na czerwono). Na dole nasza Galaktyka jest odcjmowana. Obrazy są w fałszywych kolorach. (Źródło: NASA)

Wszechświat w mojej kieszeni nr 46

Ta książeczka została napisana przez Laurenta Paganiego z Obserwatorium Paryskiego/CNRS i zrewidowana przez Gracynę Stasińską z Obserwatorium Paryskiego oraz Stana Kurtza (RyA, Morelia, Meksyk).

Obraz okładki: Emisja synchrotronowa (promieniowanie emitowane przez relatywistyczne elektrony) poruszające się w polu magnetycznym) Powiększa widzialna na długości fali 20 cm przez radioteleskop VLA. Emisja ujawnia pasy elektronów uwiecznionych w polu magnetycznym poza planetą (fałszywe kolory). Źródło NRAO/AUI/VLA.

Aby dowiedzieć się więcej o tej kolekcji i tematach przedstawionych w tej książeczce, odwiedź <http://www.tuimp.org>

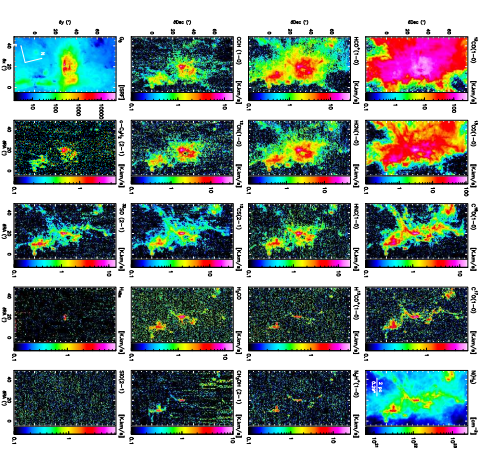
Tłumaczenie: Gracyna Stasińska
TUIMP Creative Commons

Światło jest najbogatszym z pięciu niebieskich postaćów (tuimp 4-5). Przez długi czas cała astronomia opierała się na tym, co oko mogło zobaczyć, to znaczy na obiektach emitujących światło widzialne – w szczególności na gwiazdach.

Czy we Wszechświecie istnieją inne ciała niebieskie niż gwiazdy? Obiekty, które nie emitują w zakresie widzialnym, ale w innych długościach fal? Na przykład w falach radiowych?

Potrąfimy teraz budować specjalne teleskopy do wykrywania fal radiowych (tuimp 4-5).

Tak oto radioastronomia, ilczy sobie niecałe 100 lat, ukazała nam nieoczekiwane i fascynujące światy. Niniejsza książeczka przedstawia kilka przykładów. (Zobacz także tuimp 3-1, który przedstawia spektakularne zjawisko radiowe: emisję pulsarów, które są klasą gwiazd neutronowych).



Region gwiazdotwórczy w Orionie śledzony w falach radiowych emitowanych przez różne cząsteczki (CO, HCO⁺, HCN, N₂H⁺, C₂H, CN, CS,... w fałszywych kolorach).

