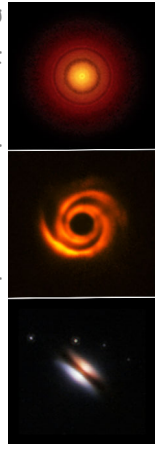


Młode gwiazdy i układy planetarne powstają właśnie w dyskach protoplanetarnych. Fizyka tego procesu jest niezwykle złożona. Obrazy, które otrzymujemy, pozwalają lepiej zrozumieć poszczególne etapy ewolucji. Ale teoria, jest też ważna, bo na zdjęciach nie widać, jak powstają pierwsze lodowe bryły, pierwsze skały i zalążki planet.

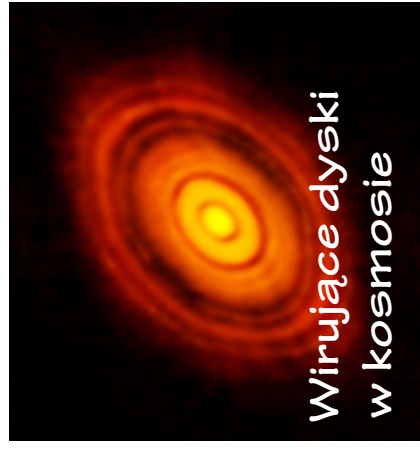
Dyski protoplanetarne – obrazy z teleskopów ALMA, VLT i Hubble. Credit: NASA, ESA, ESO, STScI, ALMA, S. Andrews (CfA), Bill Saxton (NRAO, AUI, NSF), T. Stoker (ALMA)



Najciekawsze i najbardziej złożone są dyski akrecyjne które tworzą się wokół młodych, dopiero formujących się gwiazd. Z takiego dysku wokół Słońca powstała 4.5 miliarda lat temu nasza Ziemia. Dlatego tak fascynujący jest ten proces zachodzący teraz, wokół innych gwiazd. Dyski te składają się z gazu, drobinek lodu i okruchów skalnych. Materiał pochodzi z resztek obłoku, z którego powstała sama gwiazda, ale ulega on ciągłym przemianom. Część gazu opada, część jest wydmiewana, część tworzy gazowe planety. Drobinki pyłu zderzają się i sklejają, rosną i w sumie tworzą planety skaliste, ale proces jest powolny i trudny do zrozumenia w szczegółach, jak pogoda. Dlatego cenne są wszelkie obserwacje tego procesu.

Młode gwiazdy

Wszehświat w mojej kieszeni

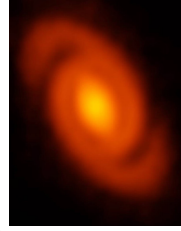


Wirujące dyski w kosmosie

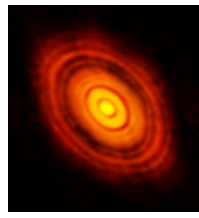
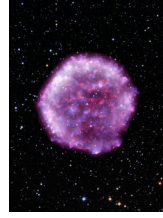


Bożena Czerny
Centrum Fizyki
Teoretycznej PAN
Polska

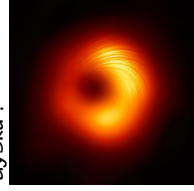
Czy zgadniesz...



Spróbuj
odpowiedzieć.



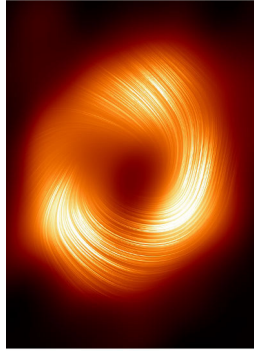
... które z tych zdjęć nie przedstawia dysku?



Sgr A* - centrum Mlecznej Drogi

A co z naszą galaktyką? Czy jest aktywna? Cóż, to zależy, jak na to patrzeć. Owszem, ma w centrum osamą dziurę o masie czterech milionów mas Słońca, ale materia w jej kierunku leciwie ciurka, w tempie miliardy razy wolniejszym niż w galaktykach aktywnych. Coś się dzieje, ale widzimy efekt tylko dlatego, że jesteśmy blisko. Dzięki Event Horizon Telescope mamy wreszcie jej zdjęcie. Było trudno je uzyskać. Widać na nim dysk akrecyjny, ale jest w nim mało masy, jest zbudowany z bardzo gorącej plazmy, o temperaturze milionów stopni, takiej, jaka panuje we wnętrzu Słońca. Świeci ona w zakresie X, ale nie tylko - szybko elektrony świecą też radiowo, i w tym pasmie widmowym (dokładniej, w zakresie milimetrycznych fal) uzyskano obraz.

13



Zdjęcie czarnej dziury w centrum Drogi Mlecznej, z zaznaczonym przebiegiem linii sił pola magnetycznego (EHT).

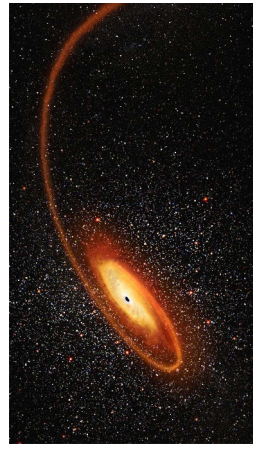
Przez zwykłe teleskopy optyczne nie widać centrum naszej Galaktyki, za dużo jest pyłu po drodze. Ale fale radiowe przenikają tamtędy. Zdjęcie wykonano zatem w zakresie radiowym - dokładnie na falach milimetrycznych. Wtedy widać dysk, a cień w centrum to właśnie czarna dziura, która sama nie świeci. Zdjęcie wymagało współpracy wielu radioteleskopów na kuli ziemskiej, a następnie zbudowania obrazu.

12

Dyski akrecyjne

Nie wszystkie dyski są takie ledwo widoczne, świecące obitym światłem. Gdy dysk jest zbudowany z gazu, i w dodatku przenika go pole magnetyczne, materia w dysku kotłuje się dramatycznie, rozgrzewa się i świeci. Tracąc energię i moment pędu ta gorąca plazma zmierza w stronę obiektu centralnego. To są właśnie dyski akrecyjne. Ten pozorny paradoks - tracenie energii i zyskiwanie jej na świecenie pochodzi z faktu, że tracona jest grawitacyjna energia potencjalna i zamienia się na energię kinetyczną (prędkość) i ciepła. Efekt jest najłatwiejszy, gdy obiekt centralny jest zwarty, mierzony stosunkiem promienia do masy. Takie zwarte obiekty to gwiazdy neutronowe i czarne dziury. Jest ich wiele w kosmosie, a proces opadania materii na nie trwa od sekund do lat.

5



Powstawanie dysku akrecyjnego wokół masywnej czarnej dziury w wyniku rozerwania gwiazdy (NASA/ESA/D. Player (STScI), ilustracja).

Czasami gwiazda przebiegająca galaktykę, znajdzie się zbyt blisko centralnej czarnej dziury. Jej orbita ulegnie zmianie, gdy gwiazda zostanie rozerwana. Część z jej resztek może uciec, ale część zostanie uwieczona w polu grawitacyjnym, orbity staną się prawie kołowe i materia utworzy dysk akrecyjny. Obrazek powyżej to nie zdjęcie, ale zjawiska takie obserwujemy.

4

Czarne dziury i towarzysze

W naszej galaktyce – Mlecznej Drodze – jest zapewne wiele czarnych dziur o masach nieco większych od Słońca. Większości nie widać, ale jeśli czarna dziura ma bliskiego towarzysza, w formie zwykłej gwiazdy, zaasya z niego materię i ten gaz, zanim opadnie do czarnej dziury tworzy dysk akrecyjny. Widać je w zakresie promieniowania rentgenowskiego. Niektóre świecą zawsze, niektóre ematycznie, w zależności od tempa dostawy materii do dysku lub perturbacji w tempie przepływu w samym dysku. To rzadkie zjawisko – znamy zaledwie kilkadziesiąt takich par w Mlecznej Drodze, a obiekty są zbyt słabe, by je łatwo obserwować w odległych galaktykach. Najjaśniejsze obiekty to białki gamma, które są dramatycznym końcowym stadium ewolucji gwiazd, ale w nich dysków nie widać. Może na krótko utworzyć się dysk ale nie będziey mogli go zobaczyć, ponieważ zasłoni go materia wyrzucana podczas wybuchu.

