

Kosmiczne obiekty zwarte to najbardziej ekstremalne obiekty we Wszechświecie, które gromadzą olbrzymią ilość masy w niewielkiej przestrzeni. Powstają w wyniku eksplozji największych gwiazd wybuchających jako supernowe. Eksplozja jest tak potężna, że jądro gwiazdy zapada się do środka tworząc czarną dziurę lub gwiazdę neutronową. Gwiazdy neutronowe zbudowane są z jąder atomowych zgniecionych tak mocno, że tego rodzaju materii nie potrafimy uzyskać w ziemskich laboratoriach. Natomiast czarne dziury to obszary czasoprzestrzeni, w których ściśnięte cząstki elementarne nie są już w stanie stworzyć żadnej grawitacyjnie stabilnej formacji określonej przez znane nam prawa materii. Dlatego czarne dziury to wiecznie zapadające się gwiazdy, oddziałujące z otoczeniem tylko poprzez olbrzymią siłę grawitacji. Umarłe gwiazdy przemierzają kosmos. Jeśli na swej drodze napotkają poacie gazu, naturalnie inicjują zjawisko akrecji – czyli grawitacyjnego opadania gazu na obiekt zwarty (Fot: Schemat akrecji na obiekt zwarty. Źródło: ESA).

Opadanie gazu na obiekt zwarty, czy to na czarną dziurę czy na gwiazdę neutronową, jest jednym z najbardziej wydajnych sposobów wytwarzania energii we Wszechświecie, która następnie jest zamieniana w promieniowanie elektromagnetyczne. Dlatego astrofizycy, chcąc poznać naturę obiektów zwartych o różnych masach, nieustannie monitorują świecenie materii, która znika na naszych oczach, zasilając czarne dziury i gwiazdy neutronowe. Dzieje się tak od czasu, gdy proces akrecji z powodzeniem rozwiązał zagadkę świecenia odległych kwazarów, obserwowanych na początku zeszłego stulecia.



Wraz z rozwojem nowych satelitarnych technologii obserwacyjnych, astronomowie nauczyli się oglądać Wszechświat w wysokich energiach, zatrzymywanych przez ziemską atmosferę. Od lat 60-tych ubiegłego wieku nieustannie badamy kosmos w niewidzialnym gołym okiem zakresie rentgenowskim. Po latach badań okazało się, że akreujące obiekty zwarte, niezależnie od masy, są silnymi źródłami promieniowania rentgenowskiego. Opadający gaz rozgrzewa się do milionów stopni – temperatury panującej w koronie Słońca. W takich temperaturach powstaje promieniowanie rentgenowskie o charakterystycznych cechach, które możemy zdefiniować jako rentgenowskie linie papilarne akreujących obiektów zwartych. W niniejszym projekcie zamierzamy badać te najwyraźniejsze linie papilarne w kontekście: opracowania nowych programów numerycznych do obliczania zaawansowanych modeli promieniowania, analizy obserwacji rentgenowskich, i ostatecznie przewidywania sygnału, który będzie odbierany przez przyszłe misje rentgenowskie: ATHENA (misja Europejskiej Agencji Kosmicznej, ESA) i ARCUS (misja NASA).

Nadrzędnym celem naszego projektu jest stworzenie programu, który jednocześnie modelowałby wszystkie rentgenowskie linie papilarne biorąc pod uwagę strukturę materii. Jako wynik, otrzymalibyśmy widma emisyjne zależne od kąta patrzenia z uwzględnieniem wszystkich procesów zachodzących w oświetlanym gazie. Ponadto ten sam program będzie modelował pochłanianie promieniowania przez ciepłą materię znajdującą się na linii widzenia do obserwatora. Od samego początku pracom numerycznym towarzyszyć będzie praca z obserwacjami i przewidywaniem sygnału odbieranego przez przyszłe misje rentgenowskie. Na koniec projektu, nasze zaawansowane modele będą gotowe do użycia, podczas obserwacji akreujących obiektów zwartych przez najnowsze teleskopy rentgenowskie.

Obecnie dostępne modele rentgenowskich linii papilarnych obliczane są przy założeniu stałej gęstości gazu. Wiele procesów fizycznych zachodzących w materii traktowania jest przez oddzielne programy numeryczne, przy braku możliwości porównania ich jakościowego znaczenia. Nowością naszego projektu będzie nowy, upubliczniony program numeryczny, który jednocześnie modeluje wszystkie rentgenowskie linie papilarne przy uwzględnieniu struktury gazu. Nowością naszej pracy obserwacyjnej będzie zebranie wszystkich dostępnych danych akreujących obiektów zwartych o różnych masach, w celu ustalenia wspólnego modelu rozkładu i dynamiki gazu w pobliżu czarnych dziur. Ponadto stworzymy nową metodykę działań modelowania sygnału, który będzie obserwowany przez przyszłe satelity. Taka kompletna linia działania jest niezbędna do przygotowania nowych specjalistów, którzy w przyszłości zasilą Naukowe Naziemne Centra Sterowania teleskopów rentgenowskich po ich wyniesieniu na orbitę. W tym celu połączymy prace teoretyków, obserwatorów oraz naukowców budujących satelitarne obserwatoria rentgenowskie.

Do pracy w projekcie planujemy wykorzystać najbardziej zaawansowane algorytmy obliczeniowe oraz narzędzia do redukcji danych oraz symulatory sygnałów. Zbadane przez nas rentgenowskie linie papilarne pozwolą odpowiedzieć na fundamentalne pytanie: czy istnieje i jaki jest jednolity model geometrii akrecji, odpowiedzialny za wszystkie linie papilarne? Zgromadzone wyniki zostaną opublikowane na naszej stronie internetowej, a nowo opracowane kody i skrypty zostaną upublicznione. Ostatecznie nasz zespół będzie w pełni przygotowany do pracy z przyszłymi detektorami rentgenowskimi, których głównym celem jest obserwacja akreujących obiektów zwartych.