

Warszawa, 10 listopada 2017

Mikołaj Grzędzielski

Streszczenie rozprawy doktorskiej “Modele termicznych oscylacji dysków akrecyjnych w zastosowaniu do układów z czarnymi dziurami”

napisanej pod opieką prof. Agnieszka Janiuk

W obiektach zwartych, w których duża ilość masy jest skupiona w niewielkiej objętości mamy do czynienia z dużą ilością energii grawitacyjnej, która w sprzyjających warunkach fizycznych może zostać zamieniona na promieniowanie. Ewolucja gwiazd i galaktyk determinuje formowanie takich obiektów jak białe karły, gwiazdy neutronowe czy też czarne dziury. Otaczają je materia spada na nie, wydzielając promieniowanie (akreuje). Promieniowanie to jest widoczne przez obserwatoria rentgenowskie.

Zachowanie akreującej materii jest zdeterminowane przez nieliniowe procesy, opisane równaniami hydrodynamiki. Implikuje ono rozmaite rodzaje zmienności czasowej. Dynamika napływającej materii, w pewnych warunkach prowadzi do niestabilności. Termiczno-lepka niestabilność, wraz z globalnym mechanizmem stabilizującym, takim jak adwekcja ciepła, może prowadzić do cyklicznych oscylacji. Oscylacji, które mogą zostać zaobserwowane w różnych skalach czasowych.

Ogólna teoria dysków akrecyjnych została przedstawiona w roku 1973 przez Szakurę i Suniajewa. Ich teoria alfa-dysku cały czas pozostaje dominującym wielkoskalowym efektywnym opisem dysków akrecyjnych. Dokładny mechanizm produkcji ciepła w dysku pozostaje jednak nieznanym.

Celem tej rozprawy jest zbadanie zmiennych źródeł rentgenowskich wokół czarnych dziur o różnych skalach mas i zweryfikowanie istnienia niestabilności promienistej, która prowadzi do termiczno-cieplnych oscylacji w dyskach akrecyjnych.

W rozprawie konfrontuję model alfa-dysku z ostatnimi wynikami obserwacyjnymi (regularne rozbłyski mikrokwazara IGR J17091-3624 z roku 2011 i krzywa blasku źródła HLX-1 zaobserwowana w latach 2009-2014). Weryfikuję również hipotezę o stabilizującej roli jonów żelaza (Iron Opacity Bump) w aktywnych jądrach galaktyk. Na koniec dyskutuję fizyczne scenariusze związane z modelem.

W rozprawie prezentuję ogólny model i stosuję go do obserwacji. Wyjściowe parametry krzywych blasku (takie jak okres czy też amplituda) są konfrontowane z parametrami modelu. Uzyskane zależności pomagają w wyznaczeniu masy czarnej dziury wewnątrz dysku akrecyjnego na podstawie obserwacji. Stanowi to alternatywną metodę wobec modelowania spektralnego. Metoda ta jest użyta do wyznaczenia masy czarnej dziury wewnątrz źródła HLX-1 i może zostać zastosowana również do innych źródeł charakteryzujących się odpowiednią okresową zmiennością. Model ten został rozszerzony o opis mechanizmu wiatru, jak też o atomowe przekroje czynne. W pracy pokazuję wpływ obu tych efektów na stabilność dysku i typ zmienności.

Rozprawa podzielona jest następująco: We wstępie zaprezentowane zostały podstawowe założenia fizyczne dotyczące czarnych dziur i dysków akrecyjnych. W rozdziale 2 wyprowadzam równania struktury dysków akrecyjnych i ich dynamiki. W rozdziale 3 skupiam się na przykładzie mikrokwazara IGR J17091-3624 i antykorelacji pomiędzy emisją wiatru i oscylacjami. W rozdziale 4 prezentuję ogólny model zmodyfikowanej lepkości w dyskach akrecyjnych i metodę oszacowania masy i innych parametrów z rentgenowskich krzywych blasku. W rozdziale 5 stosuję wyniki z

rozdziału 4 do nowoodkrytego źródła HLX-1. W rozdziale 6 proponuję rozszerzenie modelu z rozdziału 4, włączając niego efekty pochodzące od atomowych procesów w plazmie, które mogą ograniczać zmienność dysku wokół supermasywnych czarnych dziur.