

Popularnonaukowe

Gwiazdy o masach większych od 8 mas Słońca są gigantycznymi chmurami gazu. W naszym Układzie Słonecznym rozciąłyby się one aż do orbity Jowisza. Tak masywne gwiazdy produkują olbrzymie ilości energii w procesach jądrowych zachodzących w ich wnętrzach. Podobnie jak to się dzieje w Słońcu, przeważająca jej część jest energią radiacyjną. Ciśnienie powstałe w wyniku tych procesów w jądrze gwiazdy równoważy przyciąganie grawitacyjne. Kiedy jednak paliwo jądrowe się wypali, a ciśnienie termiczne spadnie, siła grawitacji je przewyższy i jądro gwiazdy zacznie się zapadać. Jest to typowe zjawisko dla wszystkich masywnych gwiazd u kresu ich życia. Ostatecznie, początkowa implozja gwiazdy zamienia się w wybuch kiedy materia staje się tak gęsta, że jej dalsza kompresja staje się niemożliwa. Prowadzi to do wyrzutu w przestrzeń płaszcza gwiazdy. Takie zjawiska są najpotężniejszymi wybuchami we Wszechświecie, znanymi jako supernowe typu core-collapse (kolaps grawitacyjny). Pozostałością po „udanym” wybuchu jest gwiazda neutronowa. Po „nieudanym” wybuchu dochodzi do formacji czarnej dziury.

Supernowe często wydarzają się na niebie, nawet kilkaset razy rocznie. Niestety, gruba warstwa materii uniemożliwia światłu ucieczkę, przez co nie jest możliwy wgląd w procesy zachodzące w jej wnętrzu. Światło, które dociera do Ziemi z trzonu supernowej, powstaje w wyniku rozpadu promieniotwórczych pierwiastków, takich jak nikiel czy tytan. Co więcej, wszystkie obecnie obserwowane supernowe powstają w innych galaktykach i są zbyt daleko by mogły być obserwowane gołym okiem. By poznać silnik supernowej, tj. nieznaną jeszcze mechanizm napędzający jej eksplozję, potrzebujemy supernowej powstałej w naszej galaktyce. Szczególną zagadką jest zatem pochodzenie obserwowanych wybuchów supernowych powstałych z najmasywniejszych gwiazd o masach rzędu 40 i więcej mas Słońca.

W przedstawianym projekcie badany jest nowy pomysł mechanizmu wybuchu supernowej dla tej klasy gwiazd. Powiązany jest on z jedną z największych zagadek współczesnej fizyki: stanu materii w ekstremalnych warunkach we wnętrzu gwiazdy, niedostępnej eksperymentom na Ziemi nawet w najbardziej zaawansowanych akceleratorach cząstek. W związku z tym w projekcie zbadane zostanie istnienie egzotycznej materii poprzez wielkoskalowe symulacje komputerowe wybuchów masywnych gwiazd, tam gdzie ma miejsce przejście ze zwykłej materii do kwarków i gluonów – uważanych obecnie za podstawowe składniki materii. Projekt ma na celu zbadanie możliwych obserwowalnych sygnałów takiego przejścia fazowego w wyemitowanym sygnale neutrinowym oraz falach grawitacyjnych, z fascynującą perspektywą ich obserwacji w następnym galaktycznym wydarzeniu. Zaletą jest, że w przeciwieństwie do światła, oba te źródła promieniowania są wyemitowane bezpośrednio z wnętrza supernowej, w związku z czym niosą one informacje, które są nieosiągalne innymi metodami.

Dzięki temu projektowi postawione zostaną pierwsze kroki ku lepszemu zrozumieniu ogólnego obrazu i charakterystyki wybuchu masywnych gwiazd poprzez kolaps grawitacyjny. Jeśli zaproponowany tu scenariusz zostanie potwierdzony przez przyszłe obserwacje, wiedza na temat ewolucji Kosmosu będzie musiała zostać na nowo przemyślana. Jeśli natomiast nie znajdzie on potwierdzenia w obserwacjach, rzuci on mimo wszystko światło na nie do końca poznaną jeszcze naturę stanu materii w ekstremalnych warunkach.