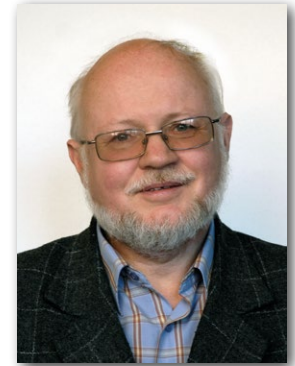


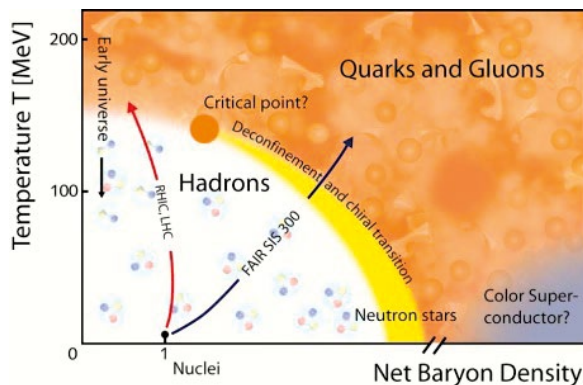
Badania silnie odziaływującej materii



Zgodnie z powszechnie akceptowanym modelem ewolucji Wszechświata w chwili czasu 10^{-5} sekundy po Wielkim Wybuchu nastąpiło przejście fazowe pomiędzy plazmą kwarkowo-gluonową a materią hadronową. Przez krótką chwilę Wszechświat był wypełniony protonami, neutronami, elektronami, fotonami i neutrinami. Po upływie około sekundy temperatura obniżyła się wystarczająco, aby rozpoczęła się synteza jąder atomowych. W tej wczesnej fazie ewo-

Prof. dr hab. Roman Płaneta prowadzi badania naukowe w dziedzinie fizyki materii jądrowej. Pełni funkcję Dyrektora Instytutu Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego na kadencję 2012-2016 oraz Kierownika Zakładu Fizyki Gorącej Materii (ZFGM) na kadencję 2013-2017.

roman.planeta@uj.edu.pl



lucji Wszechświata uformowały się najlżejsze jądra atomowe o masach mniejszych niż 8 jednostek masy atomowej (jądro ^{12}C ma masę 12 j. m. a.). W następnych etapach ewolucji Wszechświata w procesach

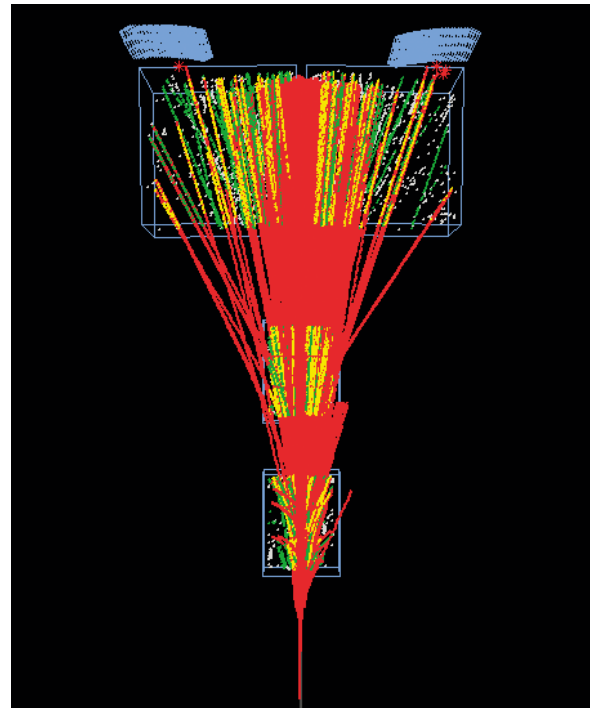
odbywających się we wnętrzach gwiazd były i są formowane jądra atomowe cięższych pierwiastków. W przypadku gwiazd o masie 10 razy większej niż masa Słońca w końcowej fazie ich życia w procesie eksplozji przestrzeń międzygwiazdowa wzbogacana jest o jądra atomowe od helu do uranu. W wyniku tego procesu formowane są także gwiazdy neutronowe. Są one makroskopowymi obiektami jądrowymi o masach około 1.4 masy Słońca i promieniach rzędu 10 km.

Jedyną drogą poznania właściwości tej formy materii w szerokim zakresie temperatur i gęstości jest studiowanie zderzeń jąder atomowych. W takich zderzeniach tworzymy na krótką chwilę gorące obiekty jądrowe, których gęstość może znacznie odbiegać od gęstości zimnych jąder atomowych. Badania właściwości takich mikroskopowych kawałków materii jądrowej pomagają w konstrukcji diagramu fazowego (patrz rysunek) oraz poznaniu równania stanu tej formy materii.

Po prawie pięćdziesięciu latach badań zderzeń ciężkich jąder ich mechanizm jest relatywnie dobrze poznany. Odkryto wiele interesujących zjawisk towarzyszących oddziaływaniu jąder atomowych przy różnych energiach zderzeń. Przy najniższych energiach zaobserwowano zjawisko kompletnej fuzji, w czasie którego obydwie zderzające się jądra łączą się w jeden gorący obiekt jądrowy, który po krótkim czasie rozpada się emitując lekkie cząstki lub rozszczepia się na dwa fragmenty o podobnych masach. Dla najniższych energii zderzeń, porównywalnych z wysokością bariery kulombowskiej, w procesie fuzji udało się wytworzyć najcięższe znane do tej pory jądra. Na przykład w reakcji $^{48}\text{Ca} + ^{249}\text{Cf}$ wytworzono jądro atomowe o liczbie atomowej 118.

Przy bardzo wysokich energiach zderzeń dostępnych na akceleratorach: AGS, RHIC (BNL, Brookhaven), SPS, LHC (CERN, Genewa) istnieje możliwość badania właściwości materii jądrowej przy wysokich gęstościach i temperaturach. Takie warunki umożliwiają poznanie właściwości przejścia fazowego pomiędzy materią hadronową a plazmą kwarkowo-gluonową. W eksperymentach prowadzonych na akceleratorach RHIC i LHC bada się właściwości plazmy kwarkowo-gluonowej przy temperaturach rzędu 150 MeV w warunkach, jakie panowały w chwili 10^{-5} sekundy po Wielkim Wybuchu. Nowobudowany akcelerator SIS100 (FAIR, Darmstadt) zapewni możliwość badania właściwości materii jądrowej przy gęstościach, jakie panują we wnętrzach gwiazd neutronowych.

Badania materii jądrowej w pobliżu oczekiwanego punktu krytycznego prowadzone są w ramach eksperymentów STAR i NA61/SHINE. Frank Wilczek, laureat nagrody Nobla z roku 2004, wyraził następującą opinię



o projekcie eksperymentu NA61/SHINE: „(...) według mnie należy podkreślić, że istnienie tego punktu krytycznego jest ważnym przewidywaniem teorii QCD oraz że określenie jego lokalizacji dostarczy bardzo wartościowych wskazówek dla skonstruowania diagramu fazowego silnie oddziaływującej materii”.

Jeśli jesteś zainteresowana/y badaniem właściwości silnie oddziaływującej materii w pobliżu jej punktu krytycznego i/lub poszukiwaniem najcięższych jąder atomowych, to zapraszam do Zakładu Fizyki Gorącej Materii.