

Najbardziej egzotyczny płyn nie jest tak lepki, jak oczekiwano

29 października 2017

Zderzenia jąder ołowiu w akceleratorze LHC zachodzą przy tak wielkich energiach, że kwarki, które zazwyczaj są trwale uwięzione w protonach, uwalniają się i wraz z dotychczas je spajającymi gluonami formują strugę wyjątkowo egzotycznego płynu: plazmy kwarkowo-gluonowej. Według przewidywań nowego, znacznie bardziej szczegółowego modelu teoretycznego tej plazmy, ma ona znacznie mniejszą lepkość niż wynikało to z dotychczasowych oszacowań. W pracach nad nowym modelem brali udział m.in. badacze z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie. O badaniach poinformował IFJ PAN w przesłanym PAP komunikacie.

Dobrze nam znany z codziennych doznań świat składa się z obiektów zbudowanych głównie z protonów i neutronów. Cząstki te zawierają z kolei trójki kwarków, spajanych oddziaływaniami silnymi, przenoszonymi przez nośniki zwane gluonami. Charakterystyczną cechą oddziaływań silnych jest to, że – w przeciwieństwie do grawitacji – siła ich działania rośnie wraz ze wzrostem odległości. Dlatego właśnie kwarki zachowują się jakby były związane sprężynami im bardziej próbujemy je rozsunąć, tym silniej dążą, by być blisko siebie.

Energie cząstek rozpędzanych we wnętrzu akceleratora LHC są jednak tak duże, że w trakcie zderzeń dochodzi do uwolnienia kwarków z protonów. Na krótką chwilę powstaje wtedy plazma kwarkowo-gluonowa, jak stwierdzają badacze z IFJ PAN, „bez cienia wątpliwości najbardziej egzotyczny płyn badany w ziemskich laboratoriach”. Dotychczas sądzono, że jest on dość lepki – coś innego wynika jednak z rozważań i analiz naukowców z IFJ PAN w Krakowie i Kent State University w Kent (Ohio,

USA).

„W fizyce przepływy opisuje się za pomocą równań hydrodynamicznych” – tłumaczy w komunikacie prasowym dr hab. Radosław Ryblewski z IFJ PAN. „Gdy używamy ich najprostszych wersji w odniesieniu do plazmy kwarkowo-gluonowej, przewidywania w miarę dobrze zgadzają się z pomiarami zebranymi w trakcie zderzeń w LHC. Na pierwszy rzut oka zupa z kwarków i gluonów rzeczywiście zdaje się zachowywać wedle prostych oczekiwań. Gdy jednak zaczynamy przyglądać się szczegółom, szybko staje się oczywiste, że mamy do czynienia z bardzo złożonym zjawiskiem” – dodaje.

Haczyk kryje się w tym, że matematyczny opis płynu staje się najprostszy przy założeniu, że płyn jest doskonały – czyli m.in. pozbawiony lepkości. Płyny doskonałe nie istnieją jednak w przyrodzie. Dlatego też, aby zwiększyć dokładność przewidywań, do równań hydrodynamicznych wprowadza się różne poprawki. Powstałe w ten sposób warianty hydrodynamiki płynów lepkich opierają się jednak na kolejnych założeniach, np. na tym, że ciśnienia w płynie zmieniają się tak samo we wszystkich kierunkach.

„Problem w tym, że plazma kwarkowo-gluonowa w LHC powstaje w bardzo specyficzny sposób, w wyniku zderzeń jąder ołowiu nadlatujących wzdłuż jednego kierunku z prędkościami bliskimi prędkości światła” – opowiada dr Ryblewski. Z tego powodu formujący się z kwarków i gluonów płyn początkowo również porusza się wzdłuż kierunku wiązki. Dopiero później zaczyna się on schładzać i rozrzedzać.

„Przy tworzeniu modelu skala wyzwań wzrasta dodatkowo, gdy staramy się uwzględnić fakt, że na początku procesu mamy inny płyn niż na końcu – przecież wskutek schładzania kwarki stopniowo zaczynają się ponownie zlepiać!” – dodaje dr Ryblewski. „Dlatego wraz z prof. Wojciechem Florkowskim zaczęliśmy w naszym instytucie rozwijać bardziej szczegółowy model zjawiska: hydrodynamikę anizotropową, zbudowaną na

założeniu, że opisywany układ nie zachowuje się tak samo we wszystkich kierunkach”.

Jak informuje IFJ PAN, badacze zaprezentowali właśnie najnowszy model teoretyczny, skonstruowany w ramach hydrodynamiki anizotropowej w artykule, który ukazał się w znanym czasopiśmie naukowym [„Physical Review Letters”](#).

Z analiz przeprowadzonych przez naukowców z Polski i USA wynika, że lepkość objętościowa plazmy kwarkowo-gluonowej (nie należy jej mylić z lepkością ścinającą, występującą między warstwami przepływającego płynu) jest sześciokrotnie mniejsza od przewidywań numerycznych innych modeli bazujących na hydrodynamice płynu lepkiego.

W przeciwieństwie do innych modeli, równania zaprezentowane w nowym artykule mogą być rozwiązane z praktycznie dowolną dokładnością – podkreślają fizycy. Poprzez zestawianie swoich przewidywań z danymi z innych modeli i konfrontowanie je z rzeczywistymi pomiarami w eksperymencie ALICE w LHC, polsko-amerykańskiemu zespołowi udało się wykazać, że hydrodynamika anizotropowa to obecnie najdokładniejszy opis zjawisk zachodzących w plazmie kwarkowo-gluonowej.

Autorstwo: Katarzyna Florencka

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl