

В ускорителе воспроизведут столкновение нейтронных звезд.

Автор : Мона Платонова

Аспиранты НИЯУ МИФИ примут участие в эксперименте на установке $BM@N$ в составе научного комплекса «Нуклотрон-NICA» в подмосковной Дубне. В ходе эксперимента будут воссозданы условия, близкие к тем, что в космосе возникают при столкновении нейтронных звезд.

В сентябре шесть аспирантов НИЯУ МИФИ приедут в Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне для подготовки к участию в эксперименте, в ходе которого будет проведена бомбардировка ядер цезия ядрами ксенона при энергиях от 2.3 до 3.5 гигаэлектронвольт. В результате будут воссозданы условия, близкие к тем, что возникают во Вселенной при столкновении нейтронных звезд – уникальных астрономических объектов, состоящих в основном из нейтронов и отличающихся огромным давлением и плотностью: масса типичной нейтронной звезды сопоставима с массой солнца при диаметре в 10 – 20 километров.

Как рассказал ведущий научный сотрудник кафедры физики конденсированных сред НИЯУ МИФИ, доцент **Аркадий Тараненко**, новый эксперимент будет служить пониманию процессов, происходящих в нейтронных звездах, что важно для лучшего понимания эволюции Вселенной – ведь именно нейтронные звезды во многом ответственны за появление в природе тяжелых элементов – таких, как золото, свинец и уран. Но еще важнее то, что эксперимент должен прояснить процесс перехода вещества в необычные для земных условий агрегатные состояния, возникающие только при очень высоких температурах и плотностях энергии – состояния, которые физики называют «сильновзаимодействующей материей». В частности, речь идет о так называемой адронной материи (состояние, когда вещество уже состоит не из атомов и молекул, а представляет собой смесь получившихся из кварков и антикварков частиц – мезонов и барионов, – взаимодействующих между собой), которая, в свою очередь, является предшествующей еще более высокоэнергетическому состоянию кварк-глюонной материи. В природе подобная материя образуется лишь при слияниях нейтронных звезд или в центре сверхновых звезд.

Хотя эти состояния вещества уже неоднократно получались на ускорителях разного типа, в настоящее время задачей ученых является исследование подробностей фазовых переходов материи из одного состояния в другое.

Особый интерес ученые проявляют к малоизученной области энергий ядерных столкновений от двух до 10 ГэВ. Эксперименты при таких энергиях столкновения позволяют достичь в лабораторных условиях барионных плотностей, превышающих плотность нормальной ядерной материи в 5 – 10 раз. Одна из ключевых научных задач международных экспериментов на ускорительном комплексе Nuclotron-NICA — исследование свойств сильновзаимодействующей материи именно при таких больших барионных плотностях.

Исследования на NICA важны для современной астрофизики. В 2017 году впервые удалось обнаружить сигналы от столкновения двух нейтронных звезд, как путем прямого измерения гравитационных волн, вызванных слиянием звезд, так и посредством измерения сопровождающего этот процесс электромагнитного

излучения. Модельные расчеты показывают, что при слиянии нейтронных звезд образуется ядерная материя, барионная плотность и температура которой достигают значений, аналогичных тем, которые наблюдаются при столкновениях релятивистских тяжелых ионов в диапазоне энергий комплекса Nuclotron-NICA. Таким образом, с запуском экспериментов у ученых будет уникальная возможность в лаборатории на Земле получить новые знания, необходимые для понимания процесса слияния нейтронных звезд.

Важно отметить, что ускорительный комплекс Nuclotron/NICA с многоцелевым детектором MPD и установкой «Барионная материя» на Нуклотроне VM@N — самый крупный для современной России проект в области физики высоких энергий.

Ученые НИЯУ МИФИ активно участвуют в работе международных коллабораций VM@N и MPD с момента их создания в апреле 2018 года. Признанием их вклада в работу коллабораций стало избрание сотрудников НИЯУ МИФИ в исполнительные советы коллабораций. На данный момент НИЯУ МИФИ — единственный университет России, представители которого были избраны в эти советы.

Вклад НИЯУ МИФИ в проведение экспериментов на комплексе Nuclotron/NICA заключается прежде всего в исследовании проблемы т. н. коллективных потоков частиц, изучению которой созданная при университете научная группа занимается с 2015 года.

Суть данной проблемы заключается в том, что частицы, рождающиеся при столкновении летящих с релятивистскими скоростями ядер, разлетаются не равномерно во все стороны, а как бы имеют «предпочтения» к определенным направлениям — или, как говорят ученые, направления вылета частиц имеет сильную азимутальную анизотропию, зависящую от динамики образования и свойств новой формы материи. На этих «предпочтительных» направлениях частицы образуют «коллективные потоки». В рамках подготовки к обработке данных будущих экспериментов на комплексе Nuclotron-NICA научная группа НИЯУ МИФИ разрабатывает методики и алгоритмы для исследования коллективных потоков и создает необходимое для этого программное обеспечение.

Участие НИЯУ МИФИ в работе коллайдера NICA происходит при поддержке программы «Приоритет-2030». Благодаря этой программе в НИЯУ МИФИ в настоящее время работают ведущие сотрудники НИЦ «Курчатовский институт» и ОИЯИ. Совместно с ними происходит подготовка к следующему эксперименту MPD («Многоцелевой Детектор»), который запланирован на 2024 год и в ходе которого частицы будут разогнаны до еще более высокого уровня энергии, чем в эксперименте VM@N. В частности, при участии сотрудников МИФИ разрабатывается программное обеспечение для Национальной исследовательской компьютерной сети России «НИКС», на которой будет происходить обработка данных, полученных в ходе экспериментов в Дубне.

<https://mospravda.ru/2022/08/22/563841/>