

11 сентября 2020 года

Что с нами будет? Письма ученых о самом важном

Это письмо о состоянии, в котором материя Вселенной существовала в первую микросекунду после Большого взрыва

Всем привет!

Это редактор научной рассылки Оля. Начну с новости: на следующей неделе на нашем ютьюб-канале премьера шоу «Заходит ученый в бар»!

Гости первого выпуска — блогер Чума Vecherinka и физики Антон Шейкин и Андрей Серяков. За барной стойкой они обсуждают эксперименты на Большом адронном коллайдере, параллельные вселенные, черные дыры и зарплату ученых.

В шоу Андрей Серяков, говоря об исследованиях на Большом адронном коллайдере, упоминает эксперимент ALICE по изучению кварк-глюонной плазмы. О том, как и для чего его проводят, — в этом письме. Приступим.

Пятое агрегатное состояние вещества

В первую микросекунду после Большого взрыва всё во Вселенной напоминало «бульон» из субатомных частиц — кварков и глюонов. Его температура была более чем в 250 тысяч раз выше, чем температура в центре Солнца. Но Вселенная расширялась и остывала, и уже через несколько микросекунд из кварков и глюонов в ходе фазового перехода сформировались протоны и нейтроны, из которых, в свою очередь, возникли ядра атомов водорода, гелия и лития.

В научной среде кварковый «бульон» называют кварк-глюонной плазмой. Обычная плазма — четвертое агрегатное состояние вещества — это газ из ядер и электронов. Например, наше Солнце — вещество в состоянии плазмы. А при температурах еще больших, чем температуры в недрах Солнца, возникает кварк-глюонная плазма. По сути, это пятое агрегатное состояние — в нем вещество состоит из свободных кварков и глюонов, обычно запертых в протоны и нейтроны.

В 2000 году о создании «капли» кварк-глюонной плазмы экспериментальным путем [сообщили](#) в Европейском институте по ядерным исследованиям (ЦЕРН). Так было доказано ее существование, которое раньше считалось физической гипотезой.

Столкновение атомных ядер

Для того чтобы создать кварк-глюонную плазму экспериментальным путем, нужно «разогреть» материю до температуры более триллиона градусов. В качестве материи физики используют атомные ядра, а в качестве «нагревателя» — ускорители элементарных частиц, например Большой адронный коллайдер (БАК), где ядра ускоряются до почти световых скоростей и сталкиваются.

БАК — самый мощный ускоритель частиц на планете. Длина его кольца — почти 27 километров. Частицы в нем ускоряются в разных направлениях и сталкиваются в определенных точках пересечения. Результаты этих столкновений и изучают физики.

Для исследования кварк-глюонной плазмы используют ядра золота или свинца — они стабильные и большие. Например, ядро свинца включает в себя 82 протона и 126 нейтронов. Есть много других элементов, которые больше золота и свинца, но с ними сложнее работать — многие из них радиоактивные или просто очень дорогие.

Ядра свинца или золота помещают в ускоритель элементарных частиц. Там их разгоняют до скорости почти 300 тысяч километров в секунду и сталкивают. В этот момент вся энергия движения, накопленная в ядрах, уходит в

столкновение, и температура в этой точке пространства становится достаточной для образования «капли» кварк-глюонной плазмы.

Существует эта «капля» примерно столько, сколько требуется лучу света, чтобы пройти расстояние размером с атомное ядро. То есть нисколько — кварк-глюонная плазма сразу же расширяется, остывает и в ходе фазового перехода превращается во множество разных частиц, состоящих из кварков и глюонов, в том числе в протоны и нейтроны, как в первые микросекунды после Большого взрыва.

Сильное взаимодействие

Рассмотреть «капли» кварк-глюонной плазмы в момент их появления невозможно. Поэтому ученые сталкивают ядра и изучают характеристики частиц, которые рождаются в результате распада кварк-глюонной плазмы. Для этого используются специальные огромные «фотокамеры» — детекторы частиц, например ALICE (A Large Ion Collider Experiment).

Вот [снимки](#) реальных столкновений, которые фиксирует ALICE. Каждая линия — это след частицы, образованной в момент столкновения. Анализируя их траекторию и сигналы из других подсистем, физики определяют их типы и характеристики. А по миллионам проведенных столкновений делают выводы о свойствах кварк-глюонной плазмы, чтобы понять, как работает сильное взаимодействие — одна из четырех [фундаментальных сил](#) в природе, наряду с гравитацией, электромагнетизмом и слабым взаимодействием. Его изучение поможет человечеству приблизиться к пониманию развития и устройства Вселенной.

Что еще почитать о физике и физиках на «Бумаге»?

- [Интервью](#) с кандидатом физико-математических наук, популяризатором науки Кириллом Половниковым о том,

как меняются представления о космосе и чего стоит бояться человечеству.

- [Интервью](#) с физиком Антоном Шейкиным, которое упоминается в первом выпуске шоу «Заходит ученый в бар». Антон с 2008 года приучает свой организм не мерзнуть и ходит без куртки даже в -30 градусов, но при этом обязательно надевает теплые ботинки, шапку, шарф и перчатки.
- Простой [тест](#) о научных открытиях и технологиях XXI века.

На этом у меня всё. Благодарю физика Андрея Серякова, который помог написать и проверил это письмо. Как обычно, призываю использовать наш [чат](#) и писать туда свои вопросы, рекомендации и пожелания.

Хороших выходных!

Science Bar Hopping — это совместный проект [Фонда инфраструктурных и образовательных программ](#) (Группа **РОСНАНО**) и «[Бумаги](#)». Обычно мы проводим научно-популярный фестиваль в Москве и Петербурге, но во время пандемии проект перешел в онлайн. Теперь мы делаем научную рассылку, вебинары, подкаст и онлайн-фестиваль.

Вы получили это письмо, потому что подписались на рассылку проекта [Science Bar Hopping](#). Спасибо!

[Отписаться](#)