

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное учреждение высшего
образования
«Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ» (НИЯУ МИФИ)

**РЕФЕРАТ
ПО КУРСУ
ВВЕДЕНИЕ В КОСМОМИКРОФИЗИКУ
КВАРК-ГЛЮОННАЯ ПЛАЗМА И РАННЯЯ
ВСЕЛЕННАЯ**

Преподаватель
д.ф.-м.н., профессор

_____ М. Ю. Хлопов

Выполнил

_____ Р. К. Барак

Москва 2022

Оглавление

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Введение | 2 |
| 2 | Термодинамика горячего релятивистского газа | 3 |
| 3 | Ранняя партонная Вселенная | 3 |
| 4 | Кварк-глюонная плазма в пертурбативной КХД | 3 |
| 5 | Переход к низкотемпературной фазе | 3 |
| 6 | Массы кварков и природа перехода | 3 |
| 7 | Физика КХД-перехода на решетке | 3 |
| 8 | Эволюция Вселенной в адронной фазе | 3 |
| 9 | Происхождение барионной материи | 3 |
| | Список использованных источников | 4 |

1 Введение

В настоящее время имеются убедительные доказательства того, что Вселенная зародилась в виде огненного шара, так называемого “Большого взрыва”, с чрезвычайно высокой температурой и высокой плотностью энергии. В достаточно ранние времена температура была достаточно высокой ($T > 100$ ГэВ), чтобы все известные частицы (включая кварки, лептоны, глюоны, фотоны, бозоны Хиггса, W и Z) были очень релятивистскими. Даже “сильно взаимодействующие” частицы, кварки и глюоны, будут взаимодействовать довольно слабо из-за асимптотической свободы и теории возмущений должно быть достаточно для их описания. Таким образом, это была система горячих, слабо взаимодействующих цветных заряженных частиц, кварк-глюонная плазма (КГП) [1], [2], [3], [4].

Благодаря асимптотической свободе при достаточно высокой температуре кварк-глюонную плазму можно хорошо описать с помощью статистической механики как свободный релятивистский партонный газ. В этом реферате будет рассмотрена физика КГП, возможно, простейшей существующей системы частиц сильного взаимодействия в контексте КХД. По мере охлаждения Вселенной во время последующей фазы расширения, кварки, антикварки и глюоны объединялись, образуя адроны, что привело к барионной материи, которую мы наблюдаем сегодня. Переход от кварков и глюонов к барионам — захватывающая тема, которая трудно поддается количественной оценке. Однако этот переход будет обсужден: будут рассмотрены основные вопросы физики без количественных деталей. В настоящее время предпринимаются значительные усилия в теоретической физике для решения этого перехода с использованием высокоуровневых вычислительных методов, известных как “теория решеточной калибровки” [5]. Так как эта тема является довольно технической, она будет обсуждена кратко, в общих чертах.

Относительно холодная материя, из которой в настоящее время состоит все вокруг нас, на самом деле является остатком от аннигиляции материи и антиматерии в ранней Вселенной. Происхождение асимметрии материи-антиматерии, которая имеет решающее значение для образования небольшого количества остаточной материи, до сих пор неясно, и будет рассмотрено в конце этого реферата.

- 2 Термодинамика горячего релятивистского газа
- 3 Ранняя партонная Вселенная
- 4 Кварк-глюонная плазма в пертурбативной КХД
- 5 Переход к низкотемпературной фазе
- 6 Массы кварков и природа перехода
- 7 Физика КХД-перехода на решетке
- 8 Эволюция Вселенной в адронной фазе
- 9 Происхождение барионной материи

Список используемых источников

1. Quark–gluon plasma and color glass condensate at RHIC? The perspective from the BRAHMS experiment / I. Arsene [и др.] // Nuclear Physics A. — 2005. — АБГ. — Т. 757, № 1/2. — С. 1—27.
2. Formation of dense partonic matter in relativistic nucleus–nucleus collisions at RHIC: Experimental evaluation by the PHENIX Collaboration / K. Adcox [и др.] // Nuclear Physics A. — 2005. — АБГ. — Т. 757, № 1/2. — С. 184—283.
3. The PHOBOS perspective on discoveries at RHIC / B. Back [и др.] // Nuclear Physics A. — 2005. — АБГ. — Т. 757, № 1/2. — С. 28—101.
4. Experimental and theoretical challenges in the search for the quark–gluon plasma: The STAR Collaboration’s critical assessment of the evidence from RHIC collisions / J. Adams [и др.] // Nuclear Physics A. — 2005. — АБГ. — Т. 757, № 1/2. — С. 102—183.
5. *Münster G., Walzl M.* Lattice Gauge Theory - A short Primer. — 2000.