

LATTICE QCD THERMODYNAMICS AND RHIC-BES PARTICLE PRODUCTION WITHIN GENERIC NONEXTENSIVE STATISTICS

*A. N. Tawfik*¹

Egyptian Center for Theoretical Physics, Modern University for Technology and Information, Cairo
World Laboratory for Cosmology and Particle Physics, Cairo

The current status of implementing the Tsallis (nonextensive) statistics in high-energy physics is briefly reviewed. The remarkably low freezeout temperature, which apparently fails to reproduce the first-principle lattice QCD thermodynamics and the measured particle ratios, is discussed. The present work suggests a novel interpretation for the so-called “Tsallis temperature”. It is proposed that the low Tsallis temperature is due to incomplete implementation of the Tsallis algebra through exponential and logarithmic functions to the high-energy particle production. Substituting the Tsallis algebra into grand-canonical partition-function of the hadron resonance gas model seems not assuring full incorporation of nonextensivity or correlations in that model. The statistics describing the phase-space volume, the number of states, and the possible changes in the elementary cells should be rather modified due to interacting correlated subsystems, of which the phase-space is consisting. Alternatively, two asymptotic properties, each is associated with a scaling function, are utilized to classify a generalized entropy for such a system with large ensemble (produced particles) and strong correlations. Both scaling exponents define equivalence classes for all interacting and noninteracting systems and unambiguously characterize any statistical system in its thermodynamic limit. We conclude that the nature of lattice QCD simulations is apparently extensive and accordingly the Boltzmann–Gibbs statistics is completely fulfilled. Furthermore, we have found that the ratios of various particle yields at extremely high and extremely low energies of RHIC-BES are likely nonextensive but not necessarily of the Tsallis type.

Кратко обсуждается текущий статус вопроса применения статистики Цаллиса (неэкстенсивной) в физике высоких энергий. Обсуждаются необычно низкая температура вымораживания и измеренные соотношения выходов частиц, которые получаются в КХД-термодинамике на решетке, исходящей из первых принципов. Представленная работа предлагает новую интерпретацию так называемой температуры Цаллиса. Предполагается, что температура Цаллиса получается низкой при описании рождения частиц в высокоэнергетических процессах из-за неполного применения алгебры Цаллиса на основе экспоненциальной и логарифмической функций. Подстановка алгебры Цаллиса в функцию большого канонического распределения модели газа адронных резонансов, похоже, не обеспечивает полноценного учета неэкстенсивности или корреляций в модели. Для этой цели предпочтительнее модифицировать статистику, описывающую объем фазового пространства, число состояний и возможные изменения элементарных ячеек с учетом взаимодействующих коррелированных подсистем, из которых состоит фазовое пространство. В альтернативном подходе

¹E-mail: a.tawfik@eng.mti.edu.eg

для классификации обобщенной энтропии для подобных систем с большим ансамблем (рожденных) частиц и сильными корреляциями используются два асимптотических свойства, каждое из которых связано со скейлинговой функцией. Обе скейлинговые экспоненты задают классы эквивалентности для всех взаимодействующих и не взаимодействующих систем и однозначным образом характеризуют любую статистическую систему в термодинамическом пределе. По полученным результатам делается вывод, что природа КХД-симуляций на решетке является явно экстенсивной и, следовательно, может быть описана статистикой Больцмана–Гиббса. Также было установлено, что соотношения выходов различных частиц при экстремально высоких и экстремально низких энергиях RHIC-BES являются, скорее, неэкстенсивными, но необязательно цаллис-типа.

PACS: 05.30.-d; 25.75.Dw; 02.50.Cw

Received on May 19, 2017.