

Д. Б. В о л о в (Самара, СамГУПС). **Введение понятия абсолютной энтропии.**

Формально рассмотрим некоторую термодинамическую систему, состоящую из большого числа N частиц. Количество способов размещения будет различным для бозонов и фермионов, но в любом случае пропорциональным e^N . Энтропия данной системы с точностью до постоянной величины пропорциональна $S \sim \ln(e^N)$, т. е. N .

Мы можем предполагать частицы тождественно неразличимыми или нет. В первом случае тогда априори подразумевается отсутствие внутренней структуры у каждой отдельной частицы. Однако в действительности это не так: частицы, к примеру, вещества, состоят из молекул, молекулы — из атомов, атомы — из электронов и ядер, ядра — из протонов и нейтронов и т. д. Если учитывать такие «уровни вложенности», то в статистику N нам придется добавить N_1 частиц, из которых состоит каждая «микрочастица». А расширенная система будет включать $N + N N_1$ частиц. Энтропию S_Σ такой системы будем называть *расширенной энтропией* [1].

Возможно и дальше расширять систему, добавляя все новые и новые вложенные уровни. Однако такая индукция может продолжаться не до бесконечности. Рано или поздно мы приходим к частицам, которые, по современным представлениям, не должны иметь внутренней структуры. Это уровень элементарных частиц. Формально делая предположение о дискретности уровня частиц пространства–времени, включаем его как некоторый вложенный подуровень. Существует единственная комбинация фундаментальных констант, имеющая размерность времени: $\tau \approx \sqrt{Gh/c^5}$, G — гравитационная постоянная, h — редуцированная постоянная Планка, c — скорость света. Формально сопоставленную данному временному интервалу частицу называют *планкеоном* [1], [2], ее линейный размер пропорционален $c\tau$. Число таких планкеонов в нашей системе обозначим N_τ . Дойдя до предела детализации структуры, мы приходим к определению абсолютной энтропии, в которой отсутствует произвол в выборе константы:

$$S_\Sigma = k(N + N N_1 + N N_1 N_2 + \dots + N N_1 \dots N_\tau), \quad (1)$$

где k — постоянная Больцмана.

Поскольку τ определяет минимально возможный промежуток времени, данная шкала может служить основой для создания абсолютных часов, а само время $t = N_\tau \tau$. Подставляя это выражение в формулу (1) и оставляя в правой и левой частях уравнения одни планкеоны, получим энтропию планкеонов [1]:

$$S_\tau = kt/\tau = \text{const}, \quad s - \tau = k(t - t_0)/\tau, \quad (2)$$

t_0 — момент начала наблюдения за системой. Таким образом, энтропия планкеонов и есть время. Как и термодинамическая энтропия, энтропия (2) имеет направленность: так называемая «стрела времени» — энтропия замкнутой системы может только возрастать, как и время.

Посмотрим, к каким последствиям может приводить формально введенное понятие абсолютной энтропии и энтропии планкеонов (2). Линейный размер планкеона пропорционален $c\tau$, объем одного планкеона $\sim (c\tau)^3$. Классическая черная дыра по данным представлениям имеет отрицательный радиус R_G , в котором нет единиц пространства–времени — планкеонов, R_G — радиус Шварцшильда.

Характеристики системы отличаются от характеристик вне системы тем, принадлежат ли планкеоны самому объекту или более расширенной системе. Для черной дыры эта граница проходит по R_G . Поскольку внутри черной дыры планкеонов нет, а в выделенной сфере, заключающей ее, с $R > R_G$, присутствуют планкеоны расширенной системы, все характеристики черной дыры сосредоточены в тонком слое толщиной порядка $c\tau$ на поверхности площадью $4\pi R_G^2$. Число планкеонов в ней в

точности равно числу вытесненных частиц:

$$N_\tau = \frac{V}{V_\tau} = \frac{4\pi R_G c \tau}{\sqrt{Gh/\tau}} = \frac{4\pi R_G^2 c^3}{Gh}.$$

С другой стороны, энтропия плакеонов $S_\tau = kN_\tau$. Поэтому энтропия черной дыры $S_\tau/k = 4\pi R_G^2 c^3/(Gh)$, что с точностью до 4π совпадает с энтропией Хокинга [1]. Но в (2) размер планкеона τ тоже определен с точностью до постоянной. Воспользуемся этим для определения константы: $c\tau = 2\sqrt{\pi Gh/c^3}$.

Таким образом, при введении понятия абсолютной энтропии, учитывающей уровни вложенности системы, в предположении, что квантами времени–пространства являются планкеоны, получается результат, совпадающий с выводом Хокинга для энтропии черной дыры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Волов Д.* — Вестник СамГУПС, 2010, № 4 (22), с. 170.
2. *Волов Д.* — Вестник СамГУПС, 2011, № 1 (23), с. 165.