Грант Аракелян

Теория ЛМФ и принцип золотого сечения

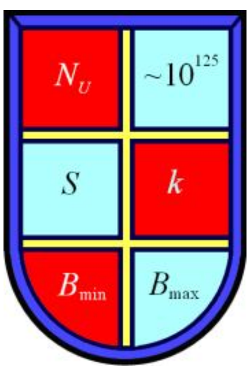
Краеугольным камнем мировой гармонии, без веры в которую естественнонаучное мышление лишилось бы большей части своей привлекательности, является математика. Известно, что путь от общих положений до конкретной их реализации часто долог, извилист и неоднозначен. Потому-то так труден вопрос, каким всё же образом математическая первооснова приобретает характер селективного формообразующего принципа для живой и неживой природы. ***Принцип золотого сечения*** *предоставляет, быть может, наилучшую возможность для анализа подобных проблем. В силу его совершенно особого статуса, а главным образом из-за соотнесённости с фундаментальными математическими константами (ФМК), с положениями теории ЛМФ, вкратце представленной во Введении и Части I настоящей работы, подробное обсуждение этого принципа и всего, что с ним связано, представляется существенным и важным.*

Фундаментальная физическая теория – мечта многих поколений исследователей. ЛМФ – попытка осуществить эту мечту в виде логически строгой, математически завершенной системы, соответствующей имеющимся экспериментальным данным и допускающей (частично уже подтвердившиеся) прогнозы и эмпирическую верификацию. Это базисная теория физического мира, реализующая идею единства математической логики (Л), числовой математики (М) и фундаментальной физики (Ф). Её корневая структура начинается с логических атомов и завершается обобщёнными физическими законами сохранения, изменения и квантования. В рамках теории ЛМФ получен удивительный результат для постоянной Ферми. Решается ряд важнейших задач, в частности определение численного значения постоянной тонкой структуры, времени жизни мюона и других физических констант, выявление границ физического мира с использованием нового космического параметра – безразмерной константы порядка 10^{125}, получение массовой формулы для частиц определённого типа, ***обобщение принципа золотого сечения****.*

Теория ЛМФ по идее не только снабжает необходимым инструментарием для теоретического определения любой известной физической постоянной и не только приписывает с ограниченной или неограниченной точностью истинное числовое значение каждой величине. В свете теории ЛМФ некоторые изученные казалось бы вдоль и поперек математические величины предстают в новом качестве, приобретают дополнительные, ранее не известные характеристики. В этом назначение Части II настоящей работы, где изложение исторических фактов и подробное рассмотрение формальных свойств числа ϕ носит иллюстративный характер и подчинено решению основной задачи: выявлению связей между ϕ и исходными ФМК, анализу принципа золотого сечения с точки зрения общих принципов и идей, изложенных в Части I. По сути ставится задача построения ***нетрадиционной математической теории золотой пропорции.*** *Это построение должно быть ответвлением теории ЛМФ и призвано не только подтвердить её возможности, но и осветить некоторые ключевые вопросы, которые в обычной трактовке золотого сечения кажутся загадочными.*

“В поисках четвёртого измерения” Сальвадора Дали с добавлением наибольшего числа в додекаэдрах

Глава 4. Границы физического мира. Обобщённые физические законы



Построение основных компонентов формальной системы **AGECA** *из логических постулатов и математических аксиом* **AG***, функциональных уравнений* **E***, физических кодов* **C** *и системы измерения физических величин* **A** *осуществлено в главах 1, 2, 3. Пользуясь принципами построения, методами и математическим аппаратом системы* **AGECA***, образующей формальную основу, ядро теории ЛМФ, можно перейти к более глубокому рассмотрению некоторых, предшествующих рассмотрению принципа золотого сечения проблем физической теории, представляющих самостоятельный интерес. “От и до” физической реальности, начальные условия и действующие при этом законы – таково в двух словах содержание оставшихся разделов Части I. Понимая физический мир как систему взаимосвязанных законами величин, естественно пытаться очертить границы и понять динамику его развития с помощью экстремальных – минимальных и максимальных – значений ФВ. Это непосредственно связано с идеей атомарности, дискретности, квантованности окружающего мира, точнее его теоретического отображения в виде физических величин. С открытием атомарности электромагнитного заряда, кванта действия, минимальной массы заряженных частиц, дискретности спектров масс и времён жизни элементарных частиц, с успехами квантового подхода к рассмотрению физических явлений стала представляться очевидной дискретность всех физических величин. Включая самые “неподатливые” в этом отношении пространство, точнее длину, и время, хотя идея их атомарности считается одной из первых когда-либо высказанных естественнонаучных гипотез.*

Физические постоянные многолики, многофункциональны, далеко не в последнюю, если не в первую очередь это экстремальные величины, вехи, которыми природа очертила границы физической реальности. Подробное обсуждение допустимых границ изменения и применимости различных физических величин призвано завершить обсуждение всех фрагментов универсума физических чисел. Дополнительные сведения и данные о ФФП заполняют пробелы в предыдущем изложении. Как кульминация настоящей главы и один из важнейших побочных результатов всей работы формулируются обобщённые законы физической теории, объединяющие ранее рассмотренные законы сохранения, изменения и квантования. Большую роль в этом играет новая константа N_U*, фундаментальный параметр Вселенной, связанный со многими ФФП и возможно имеющий простую математическую форму.*

4.1. Общие суждения об экстремальности физических величин

Истоки идеи атомарности, чётко прослеживаются в атомизме Левкиппа, Демокрита, затем Эпикура, а возвращение к концепции дискретности пространства произошло в середине XIX в. [Риман]. В современной физике атом пространства, называемый фундаментальной длиной и связанный с фундаментальным временем – “хрононом” соотношением $l_f = ct_f$, обычно понимается как “гипотетическая универсальная постоянная размерности длины, определяющая пределы применимости фундаментальных физических представлений – теории относительности, квантовой теории, принципа причинности” [Киржниц]. Вместе с тем фундаментальная длина и хронон суть неделимые атомы длины и времени, предельные значения этих величин, по ту сторону которых неприменимы сами понятия пространства и времени, так что говорить о какой-то их части, скажем половине, l_f или t_f бессмысленно. Проблема дискретности пространства и времени интенсивно обсуждалась на протяжении многих десятилетий, см. [Вяльцев], понятие фундаментальной длины использовалось Гейзенбергом при составлении “фундаментального полевого уравнения” его единой спинорной нелинейной теории материи [Гейзенберг, 45], в различных теориях квантованного пространства и времени, в многочисленных попытках преодолеть путём “обрезания” расходимости теории поля, при решении проблемы сингулярности и т. п., см. [Гинзбург, 85].

Фундаментальную длину выражают как правило через ФФП, применяя анализ размерностей. Идея продолжала жить, но фавориты менялись: “С помощью известных характерных физических параметров можно построить ряд величин размерности длины, которые в разное время обсуждались как претенденты на роль фундаментальной длины. Это – комптоновская длина волны электрона $\lambda\!\!\!^-_e \sim 10^{-11}$ см (электромагнитное взаимодействие), π-мезона ($\lambda\!\!\!^-_\pi \sim 10^{-13}$ см) и нуклона ($\lambda\!\!\!^-_N \sim 10^{-14}$ см, сильное взаимодействие), характерная длина слабого взаимодействия $\sqrt{G_F/\hbar c} \sim 10^{-16}$ см…, гравитационная длина… $\sqrt{G\hbar/c^3} \sim 10^{-33}$ см” [Киржниц]. Но эксперимент последовательно отвергал эти значения, в том числе фундаментальную длину Гейзенберга $\sqrt{G_F/\hbar c} \approx 0{,}67\cdot 10^{-16}$ см, проникая в область меньших длин и отодвигая верхнюю границу l_f к значению $< 10^{-19}$ см. Поэтому по словам того же автора “величины, связанные с электромагнитным, сильным и, скорее всего, слабым взаимодействиями, уже не могут претендовать на роль фундаментальной длины. Весьма вероятно, что фундаментальной длиной физики окажется гравитационная длина” [там же], то есть планковская $l_P \sim 10^{-33}$ см.

Это мнение разделяют не все. В каком-то смысле l_P действительно может считаться фундаментальной длиной как чрезвычайно важный предел промежуточного характера, “перевалочный пункт”, вернее точка на пути к малоисследованной области физических явлений. Начиная с неё классические представления о непрерывности пространства-времени видимо уже неприменимы, но отсюда ещё не следует, что бессмысленно вообще говорить о меньших длинах. Планковская длина занимает последнее по малости и потому выделенное место в иерархии убывающих по численному значению характерных длин четырёх или пяти фундаментальных взаимодействий, но с другой стороны нетрудно указать на множество имеющих определённый физический смысл величин, которые меньше планковской l_P. Например гравитационный радиус электрона, определяемый по общей формуле $R = 2Gm/c^2$, которую легко получить анализом размерностей, с точностью до безразмерного множителя 2, уточняемого уже теорией гравитации. Так вот, $R_e \approx 1{,}4\cdot 10^{-55}$ см, то есть на 22 порядка меньше l_P, а гравитационные радиусы адронов лежат в интервале $3{,}6\cdot 10^{-53}$–$3\cdot 10^{-51}$ см, это тоже намного меньше планковской длины.

Возникает вопрос: если l_P фундаментальная (в смысле дальнейшей неделимости, минимальности) длина, как тогда быть с гравитационными радиусами элементарных частиц? И раз уж пытаются решить вопрос с помощью анализа размерностей, его возможности надо использовать до конца. Исходя из сказанного следует допустить существование иных пределов для длины и для времени. Поставим перед собой такую задачу: всё тем же анализом размерностей найти экстремальные значения основных в системе СГС величин размерности длины L, времени T и массы M, а следовательно для величин произвольной размерности. При этом предполагается во-первых, что материя дискретна во всех своих проявлениях и подобно кванту действия, элементарному заряду и т. д. существуют ненулевые $l_f = l_{\min}$ и $t_f = t_{\min}$; во-вторых, фундаментальная длина и хронон и остальные фундаментально значимые физические величины выражаются через ФФП; в-третьих, связь между постоянными выявляется анализом размерностей, сила которого в его независимости от физической теории, а слабость в том, что связь между первоначально заданными величинами устанавливается с точностью до числового множителя, далеко не всегда равного 1. К этим естественным допущениям, фактически всегда используемым в получении $l_{\min}$ и $t_{\min}$, добавим одну в конструктивном плане наиболее важную предпосылку: все кванты и не имеющие определённого названия их числовые партнеры-антиподы, словом все экстремальные значения фундаментальных физических величин образуют замкнутую систему формально и содержательно согласованных и взаимосвязанных фундаментальных параметров. Отсюда непосредственно следует, что если известны экстремальные значения одних величин, то через них должны выражаться значения остальных. Ставится следовательно задача выявить список экстремальных величин и установить аналитические связи между ними. С точки зрения теории ЛМФ задача сводится к нахождению выражаемых посредством ФМК системы физических чисел установленного типа.

Полный набор физических экстремумов должен относиться не только к фундаментальным – задаваемым посредством уравнений **C**, а также основных законов сохранения, изменения и квантования – но и к вторичным физическим величинам. А пока стоит более конкретная задача определения экстремальных значений длины и времени, которую проведем в два этапа: вначале грубая оценка с помощью лишь анализа размерностей, затем попытка найти более точное решение с использованием более тонких методов. Не трогая пока стоящее несколько особняком уравнение $\mathbf{C}_4$, напомним, что задаваемый уравнениями $\mathbf{C}_1$–$\mathbf{C}_3$ исходный набор величин включает безразмерные константы связи α_{xj}, размерные постоянные c, $\hbar$, G, G_F, переменные e_j, m_j, $\lambda\!\!\!^{-}_j$. Учитывая характер поставленной задачи, в качестве постоянного значения переменной m_j возьмём массу Вселенной m_U, которая по приблизительным оценкам $\sim 10^{57}$ г. Анализ размерностей даёт немалые возможности составлять из семи размерных величин комбинации размерности длины; говорить о других размерностях, в том числе времени, удобства ради и не умаляя общности рассуждений пока не будем. Каждая такая комбинация содержит от трёх до семи величин, среди них есть любопытные соотношения, дающие значения l много меньшие планковской. Без дальнейших подробностей приведём для большей определённости два таких соотношения, содержащих одно три, другое четыре величины:

$$\frac{1}{m_U}\sqrt{\frac{G_F}{G}} \sim 10^{-78}\ \text{см}$$ длина для двух "джи" – постоянной Ферми и гравитационной постоянной

$$\frac{\hbar^3 c}{m_U e^4} \sim 10^{-91}\ \text{см}$$ космологический аналог величины обратной постоянной Ридберга

Ограничимся случаем, когда число величин, образующих комбинацию с размерностью длины, минимально, то есть равно трем, а в качестве исходных экстремальных величин наряду с массой Вселенной m_U возьмём квант действия $\hbar$, максимальную скорость c, а также элементарный заряд e. Анализ размерностей приводит к выражениям

$$\lambda\!\!\!^{-}_U = \frac{\hbar}{m_U c} \sim 10^{-95}\ \text{см} \tag{4.1.1}$$

$$l_U = \frac{e^2}{m_U c^2} \sim 10^{-97}\ \text{см} \tag{4.1.2}$$

$$a_{U0} = \frac{\hbar^2}{m_U e^2} \sim 10^{-93}\ \text{см} \tag{4.1.3}$$

связанным друг с другом константой α:

$$\lambda\!\!\!^{-}_U = l_U/\alpha = \alpha\, a_{U0} \tag{4.1.4}$$

Заменив в этих выражениях m_U на m_e, получим соответственно комптоновскую длину волны электрона $\lambda\!\!\!^{-}_e$, классический радиус электрона r_e и радиус первой боровской орбиты атома водорода a_0. Следовательно при обратной замене в известных формулах для $\lambda\!\!\!^{-}_e$, l_e, a_0 массы электрона на массу Вселенной сразу получим выражения (4.1.1–3). Эти полученные анализом размерностей простые и почти очевидные с самого начала результаты ещё раз свидетельствуют о полной невозможности считать планковское l_P фундаментальной в указанном смысле длиной. Более того, эти результаты дают первую, содержащую изрядную долю неопределённости оценку минимального значения длины: $l_{\min}$ следует искать где-то вблизи точки $\sim 10^{-95}$ см или $\sim 10^{-89}$ в **A**-системе, что более чем на 60 порядков меньше планковской длины. Но ведь на столько же порядков планковская длина меньше предполагаемой максимальной длины $R_U \sim 10^{29}$ см – *предельного* значения величины, обычно не совсем удачно называемой радиусом Вселенной. Такое согласие нельзя считать случайным нумерологическим совпадением, одним из тех, которые часто вводят в соблазн и заблуждение искателей числовых тайн; перед нами элемент мировой гармонии. Согласие здесь не только по численному значению, но прежде всего по содержанию, по физическому смыслу, по пониманию двух величин как физических экстремумов, а третьей как промежуточного значения между ними. Уточняется также, что фундаментальной длиной следует полагать комптоновскую длину Вселенной $\lambda\!\!\!^{-}_U$, а промежуточность планковской длины означает, что она среднее геометрическое экстремальных значений. Обозначив безразмерный множитель планковских величин через k_P, имеем:

$$l_P = \sqrt{l_{\min}\cdot l_{\max}}\,, \quad \sqrt{k_P \frac{G\hbar}{c^3}} = \sqrt{\frac{\hbar}{m_U c}\cdot R_U} \qquad (4.1.5)$$

откуда

$$R_U = \frac{k_P G m_U}{c^2}$$

В теории гравитации множитель в выражении для гравитационного радиуса равен 2, поэтому окончательно $k_P = 2$. Заметим, что знаменитые планковские соотношения обычно получаются исключительно анализом размерностей, а значит приравниванием безразмерного множителя из уравнения $\mathbf{C}_2$ единице. Между тем, как видим, в данном случае константа связи $\alpha_G = 1/2$, следовательно среди нескольких альтернативных определений планковских величин **[**Аракелян 2007 (A1), раздел 9.8**]** надо предпочесть то, в основу которого положено равенство комптоновской длины и гравитационного радиуса. Что касается экстремальных величин, то $l_{\min}$ и $l_{\max}$ определяются как комптоновская длина и гравитационный радиус Вселенной соответственно. Последнее число надо понимать как предельное значение $2Gm_U/c^2$ переменной размерности длины, называемой радиусом Вселенной.

Следует подчеркнуть, что выделенность комптоновских, гравитационных и планковских величин фактически заложена в исходных физических уравнениях. В частности в $\mathbf{C}_2$ содержатся все те величины, из которых составлены тройки $c\hbar m_j$, cGm_j, $c\hbar G$, причём первые две содержат переменную массу m_j, а последняя лишь кодовые константы. Само уравнение $\mathbf{C}_2$ легко представимо в виде соотношения между комптоновскими и гравитационными величинами:

$$\alpha_{Gj} = \frac{Gm_j^2}{\hbar c} = \frac{1}{2}\frac{2Gm_j}{c^2} : \frac{\hbar}{m_j c} = \frac{1}{2}\frac{l_{Gj}}{\lambda\!\!\!^{-}_{Cj}} \qquad (4.1.6)$$

а с учётом равенства $\alpha_G(\lambda\!\!\!^{-}_P \equiv l_P) = 1/2$

$$\frac{\alpha_{Gj}}{\alpha_P} = \frac{l_{Gj}}{\lambda\!\!\!^{-}_{Cj}} \qquad (4.1.7)$$

Нетрудно догадаться, что данное соотношение справедливо не только для длины, но и для других размерностей:

$$\frac{\alpha_{Gj}}{\alpha_P} = \frac{B_{Gj}}{B_{Cj}} \qquad (4.1.8)$$

Следовательно отношение комптоновских и гравитационных величин одинаковой размерности равно отношению исходной функции α_{Gj} к безразмерной планковской константе $\alpha_P = 1/2$. Можно сказать, что в очень простой и бесхитростной на первый взгляд формуле посредством функциональной переменной α_{Gj}, независимой переменной m_j и трёх ФФП закодированы физические сущности трёх важнейших типов. Особого внимания заслуживает частный случай $m_j = m_U$.

В общем случае экстремальных величин, используя очевидные обозначения B_P, $B_{\min}$, $B_{\max}$, имеем

$$B_P = \sqrt{B_{\min}\cdot B_{\max}} \qquad (4.1.9)$$

что даёт простой способ определения одной экстремальной величины через другую. Например подставляя в формулу значения m_P и $m_{\max} = m_U$, получим для минимальной массы

$$m_{\min} = \frac{m_P^2}{m_{\max}} \sim 10^{-68}\ \text{г}$$

это на сорок порядков меньше массы электрона. В **А**-системе значения трёх масс таковы:

$$m_{\min} \sim 10^{-42}, \quad m_P \approx 1{,}3\cdot 10^{21}, \quad m_{\max} \sim 10^{83}$$

а одинаковое во всех системах отношение экстремальных масс выражается огромным числом

$$N_U \sim 10^{125} \qquad (4.1.10)$$

Всестороннее рассмотрение числа N_U, одна из важнейших задач этой главы, требует дополнительных соображений относительно кода $\mathbf{C}_4$. Это и удобный повод детальнее ознакомиться с понятием энтропии и законом её изменения.

4.2. Энтропия и постоянная Больцмана

Столкнувшись с некоторой умозрительностью относящихся к фундаментальной длине построений, основанных преимущественно на идее экстремальности и анализе размерностей, и испытывая серьёзные трудности при определении точного значения фундаментального параметра Вселенной N_U, мы вынуждены обратиться к независимому источнику. Этим мы рассчитываем подтвердить сказанное новыми данными. Фактически единственный такой источник – уравнение $\mathbf{C}_4$ для энтропии и величины Ω_j. Для лучшего понимания заложенного в $\mathbf{C}_4$ потенциала сделаем небольшое отступление о понятии энтропии, его прошлом, настоящем и перспективах на будущее (подробнее см. **[**А1, гл. 9; 2007*а*, гл.3**]**).

В общем виде тема постоянных и переменных величин затрагивалась при обсуждении законов сохранения и изменения в главе 3. Что же касается конкретно параметров Вселенной, очевидно, что одни физические величины, например масса, полная энергия, действие, электромагнитный заряд, неизменны, другие – радиус, время жизни, температура, плотность, объём и т. п. – стремятся к своим экстремальным значениям. Среди всех этих меняющихся величин совершенно особое место занимает энтропия, "превращение" по-гречески, – основной источник изменений в физическом мире. Понятие энтропии широко используется в классических и квантовых теориях физики, в термодинамике, статистической механике, космологии, особенно в моделях горячей Вселенной и черных дыр. Применяется оно и в теории информации, кибернетике, общей теории систем, биологии, статистике, при исследовании языковых и социальных систем, в других областях знания, том числе при исследовании золотого сечения **[**Владимиров, Стахов**]**. "Энтропия позволяет объяснить единство физических процессов", – говорит автор работы, посвящённой современному анализу различных аспектов энтропии. "Она является универсальной характеристикой всех физических процессов и служит фундаментальным объединяющим их началом. Не существует, по-видимому, другого, более фундаментального уравнения движения, чем уравнение для энтропии" **[**Эндрю, 144**]**. Если иметь в виду уравнение $\mathbf{C}_4$, с этим нам нельзя не согласиться; в любом случае значение энтропии для современной науки оценивается чрезвычайно высоко и на её долю пришлось немало громких эпитетов и восторженных сравнений, см. например **[**Волькенштейн, 62**]**.

Вместе с тем насильственная физикализация науки под знаменем энтропии и закона её возрастания не всегда проходит гладко и не всегда допустима. Вообще при рассмотрении биологических, языковых, социальных и прочих достаточно сложных, не чисто физических структур корректное использование тех или иных физических величин, понятий, законов, принципов и методов исследования требует предельной осмотрительности во избежание искусственных, неадекватных построений. И всё же в соответствующем математическом обрамлении энтропия несомненно мощное орудие проникновения физических методов и идей в ранее недоступные для них сферы познания, в этом отношении она возможно превосходит все остальные физические величины. Помимо заложенной в ней потенции к преодолению межтеоретических, междисциплинарных барьеров энтропия примечательна тем, что не только в своих исконных владениях – термодинамике, где она впервые была введена Клаузиусом в 1865 году, и в статистической механике, где благодаря Больцману она занимает доминирующее положение, – но и за их пределами, особенно в теории информации и в космологии ранней Вселенной и черных дыр, энтропия играет ведущую или одну из ведущих партий среди физических величин.

Есть несколько внутренне связанных, но внешне несходных определений энтропии, которые свидетельствуют о многогранности этой достаточно сложной для осмысления величины, имеющей множество проявлений и допускающей различные формулировки и толкования в зависимости от теоретического контекста и угла зрения. В статистической механике энтропия определяется на основе формулы Больцмана $S_j = k\ln\,\Omega_j$, взятой нами в качестве одного из четырёх основных уравнений физической теории, даёт удобный повод подробнее остановиться на одном из частных проявлений уравнения $\mathbf{C}_4$. Напомним с некоторыми уточнениями, что безразмерная величина $\Omega = \Omega(E, N, p, V, \ldots)$ под знаком натурального логарифма это статистический вес, определяемый как число всех возможных квантовых микросостояний данной макросистемы, характеризуемой фиксированными значениями макроскопических параметров системы вроде энергии E, количества частиц N, давления p, объёма V и т. п. Другими словами, число

$$\Omega_j = \mathrm{e}^{S_j/k}$$

это кратность вырождения данного микросостояния, или число допустимых микроскопических способов осуществления данного макросостояния. Формула Больцмана указывает на одинаковую размерность энтропии и постоянной k, а из сравнения с формулой размерности видно, что произведение k на T имеет размерность энергии и в этом отношении выражение kT стоит в одном ряду с mc^2 и $\hbar\nu$, а постоянная k – с постоянными c и $\hbar$. Постоянная Больцмана, одна из пяти кодовых постоянных теории ЛМФ, является фундаментальной константой природы и физической теории, она крайне необходима физической теории прежде всего в силу зависимости всех изменяющихся величин от энтропии и квантованности самой энтропии по значению $k/2$.

4.3. Экстремальные температуры

Наглядным подтверждением действенности таких факторов как зависимость различных величин от энтропии и её квантованность служит так называемая температура абсолютного нуля. Это закрепившееся за минимальной температурой название удачным считать нельзя. Дело в том, что минимальное значение величины и нуль это вообще говоря совершенно разные вещи. Минимальная температура есть сверхмалое физическое число, ещё подлежащее определению наряду с другими экстремальными физическими величинами, и нуль здесь ни при чём. Можно конечно, как это часто делается, принять 0 за начало отсчёта температурной шкалы, но это лишь техническая уловка, удобная во многих случаях, но при неправильном понимании способная ввести в заблуждение. Словом, в понимании абсолютного нуля температуры как *принятого* за 0 начала отсчёта соответствующей физической величины нет ошибки, а вот понимание равенства $T_{\min} = 0$ в буквальном, абсолютном смысле совершенно неверно. Факт существования $T_{\min}$, обнаруженный ещё в классической физике, это одно из многочисленных следствий закона изменения энтропии, который выступает здесь под именем *второго начала термодинамики*. Вместо общего "энтропия Вселенной возрастает" частная формулировка великого закона $\mathbf{C}_4$ гласит, что энтропия любой замкнутой макросистемы сохраняется для обратимых и возрастает для необратимых процессов.

Переход от классического понимания энтропии и закона её изменения к современному концептуально не так сложен. Если связать понятия обратимости и необратимости процессов с математической вероятностью, это придаст энтропии характер статистической величины, понимаемой "как мера вероятности осуществления какого-либо макроскопического состояния" **[**Зубарев**]**. Будучи величиной связанной с вероятностью энтропия может и уменьшаться при переходе системы из более вероятного состояния в менее вероятное, но при этом относительная флуктуация тем меньше, чем больше число частиц в системе, см. **[**Рейф, 146, 328**]**. Для достаточно большого количества частиц эволюция системы всегда идёт в направлении от упорядоченности к хаосу, от неравновесного, менее вероятного к равновесному, более вероятному состоянию, от меньших значений статистического веса Ω к бóльшим, словом развитие в замкнутых системах всегда ведёт к состоянию с максимумом энтропии.

Замкнутых и изолированных, инерциальных в абсолютном смысле слова систем, мы знаем, во Вселенной нет и быть не может. Строго говоря, лишь Вселенная в целом соответствует всем требованиям, которые так или иначе подразумеваются в разных формулировках второго начала термодинамики. Но, нас сейчас интересует зависимость разных физических величин, в частности времени и длины, от энтропии. На качественном уровне компактное изложение темы "энтропия и время таково: "Второе начало термодинамики подтверждает реальность изменения и вводит физическую величину (например, энтропию), наделяющую время *выделенным направлением*, или, если воспользоваться выражением Эддингтона, задающую «стрелу времени». Энтропия устанавливает различие между прошлым и будущим. Кроме того, термодинамика приводит к новой концепции времени как внутренней переменной, присущей системе. Такое понимание времени позволяет считать более «старым» (по сравнению с другим) то из двух состояний, которому соответствует большее значение энтропии. Интерпретация времени как внутреннего свойства физической системы выходит за рамки традиционного физического описания системы" **[**Пригожин, 218**]**. Отсюда можно сделать вывод, что в космическом масштабе время как упорядоченная последовательность событий существует и направлено от прошлого к будущему вследствие наличия физической величины – возрастающей энтропии. Это даже не "стрела", а лишь тень, отбрасываемая "стрелой" энтропии, выпущенной из "арбалета" второго начала.

На примере времени t и температуры T можно уже сейчас проследить в общих чертах за теми ограничениями, которые накладывают экстремальные константы на характер и границы изменений физических величин.

а) Наличием физического экстремума c выделяется класс релятивистски неинвариантных, а значит не сохраняющихся, изменяющихся величин включая время t. Этот хорошо известный из теории относительности результат в принципе при должном понимании может быть получен чисто формально анализом размерностей. Наличие физического экстремума k и формулы размерностей $[kT] = [E]$ расширяет класс изменяющихся величин включением в него в частности температуры T

б) Произведение любых двух или более физических величин, имеющее размерность действия, не может быть меньше кванта действия $\hbar$ или $\hbar/2$ – таков смысл всех соотношений неопределённостей Гейзенберга, математически констатирующих факт минимальности кванта действия. Если энтропийная природа "стрелы времени" выявлена сравнительно недавно, то построение термодинамической шкалы температуры с её "абсолютным нулем" давно уже основывается на втором начале термодинамики и теперь мы видим, на каком могучем теоретическом фундаменте держится идея минимальной температуры

Для конкретности можно опереться на соотношение неопределённостей Гейзенберга для энергии, выраженной через температуру, и времени:

$$k\Delta T \cdot \Delta t \geq \hbar \quad (4.3.1)$$

оно накладывает запрет на существование нулевой температуры ($\Delta T \neq 0$) и тем самым утверждает её конечность. В общем случае под идеей конечности, как следует из предыдущего, подразумевается, что для любого физического объекта, если только он обладает данным свойством, соответствующая этому свойству физическая величина не может выражаться сколь угодно малыми или большими числами, а ограничена снизу и сверху постоянными экстремальными значениями. В соответствии с этим минимальное значение температуры определится из соотношения

$$kT_{\min} \approx m_{\min} c^2 \tag{4.3.2}$$

с точностью до множителя порядка единицы:

$$T_{\min} = \frac{m_{\min} c^2}{k} \sim \frac{\hbar c}{R_U k} \sim 10^{-31}\ \text{K} \tag{4.3.3}$$

что на двадцать с лишним порядков меньше самых низких экспериментально полученных температур. Для максимальной температуры имеем огромное значение

$$T_{\max} = \frac{m_U c^2}{k} \sim 10^{93}\ \text{K} \tag{4.3.4}$$

Отношение температурных экстремумов, как и в других случаях, порядка числа N_U:

$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} \sim \frac{m_{\min}}{m_{\max}} \sim N_U \sim 10^{125}$$

Иначе и не могло быть, поскольку, $T_{\min}$ и $T_{\max}$ здесь определены через ранее найденные экстремальные значения для массы или длины.

Формула размерности $[\mathrm{T}] = [\mathrm{E}]/[\mathrm{S}]$, которая перекидывает мостик между энтропией и LMT-величинами, в плане теории ЛМФ означает связь энтропийного уравнения $\mathbf{C}_4$ с остальными тремя. Однако получение независимого способа определить число N_U требует обращения к формулам, устанавливающим минуя температуру связь энтропии с пространственно-временными величинами, прежде всего с длиной. Понимание длины и времени как внутренних свойств физической системы, зависящих от энтропии как первичной физической величины, в корне отличается (при всей сложности таких сопоставлений) не только от пространственно-временных представлений Левкиппа–Демокрита и Эпикура, Платона, Декарта, Канта и Ньютона, но и от традиционных или нетрадиционных представлений первой половины XX века и даже более поздних.

4.4. Самое большое число в природе

Зависимость пространственно-временных величин от энтропии хорошо известна для черной дыры. Полученная Хокингом формула

$$S = \frac{k}{4}\frac{A}{l_P^2} = \frac{k}{4}\frac{c^3}{G\hbar} A \tag{4.4.1}$$

строго выводится в релятивистской астрофизике, см. **[**Bekenstein; Шапиро, Тьюколски, 388**]**, она устанавливает простую связь между энтропией S черной дыры, площадью её горизонта A, постоянной Больцмана k и планковской длиной l_P. Если брать по максимуму и учесть, что квант энтропии равен $k/2$, формула запишется в виде

$$\frac{S_{\max}}{S_{\min}} \equiv \frac{S_{\max}}{k/2} = \frac{A_{\max}}{2G\hbar/c^3} \tag{4.4.2}$$

Множитель 2 перед постоянной G естественно толковать как ещё одно свидетельство в пользу равенства α_G = 1/2. Другими словами подтверждается ранее высказанная версия планковских величин как физических чисел, получаемых из равенства комптоновских и гравитационных величин, в частности комптоновской длины и гравитационного радиуса. Переменной для обеих длин является масса, и начиная с планковской длины, то есть точки пересечения $\lambda\!\!\!^-_C = l_G$, комптоновская длина с увеличением (уменьшением) m уменьшается до $l_{\min}$ (увеличивается до $l_{\max}$), а гравитационный радиус увеличивается до $l_{\max}$ (уменьшается до $l_{\min}$). Поскольку максимальная длина есть по определению предельное значение радиуса Вселенной, нетрудно по данной формуле получить оценку для последнего отношения. Горизонт A пропорционален квадрату радиуса черной дыры $R_G = 2Gm/c^2$ и в грубом приближении определяется формулой

$$A = 4\pi R^2 = 4\pi\left(\frac{2Gm}{c^2}\right)^2 \qquad (4.4.3)$$

для площади трёхмерной сферы. Однако более тонкий анализ, см. например **[**Шапиро, Тьюколски**]**, приводит к меньшему, порядка не десяти ($4\pi \sim 12{,}6$), а единицы значению множителя. Нередко горизонт полагают просто равным R_G^2, но интереснее другое. Если черная дыра – наша Вселенная, так что $A_{\max}$ соответствует массе $m_U \sim 10^{57}$ г, имеем оценку

$$\frac{S_{\max}}{S_{\min}} = \frac{R_U^2}{2G\hbar/c^3} \sim 10^{125} \qquad (4.4.4)$$

Отношение экстремальных значений физической величины, на этот раз энтропии, снова привело к колоссальному числу, которое по меньшей мере по порядку равно N_U. Причём второе появление N_U, если конечно не иметь в виду тонкие внутренние связи, никак не связано с первым.

Таким образом, во-первых подтверждается ранее сделанное допущение, что планкеоны – на пересечении комптоновских и гравитационных величин. Во-вторых независимым способом подкрепляется существование фундаментальной константы $N_U \sim 10^{125}$. Первое её появление, напомним, связано с допущениями, касающимися квантованности пространства, выделенности комптоновских и планковских величин, радиуса R_U, а во втором случае почти вся необходимая информация уже содержится в формуле (4.4.1) и единственное допущение касается возможности применения этой формулы к Вселенной. Но есть ещё и третье, притом самое непосредственное появление космического числа, связанное с подстановкой значения массы Вселенной в исходное уравнение $\mathbf{C}_2$, что приводит к значению N_U с точностью до множителя 1/2. А ведь в бескрайнем море идей тонкие нити случайно не пересекаются и потому существование фундаментальной константы N_U должно быть признано как твердо установленный научный факт.

В экспоненциальном представлении $N_U \sim 10^{125}$ близко к e^{288}, к тому же в соответствии с физическим смыслом оно целое. Совершенно очевидно, что такое число не может быть заурядным членом натурального ряда. Здесь мы вправе рассчитывать на нечто необычное, выделенное, в буквальном смысле из ряда вон выходящее, если конечно иметь в виду ряд натуральных чисел. В высшей степени предположительно это, быть может, шестисотый член ряда Фибоначчи $F_{600} \approx 1{,}10433\cdot10^{125}$. В экспоненциальном представлении $F_{600} \approx e^{287{,}9223760795}$, что ассоциируется с магическим числом 24 **[**Аракелян[1]**]**. Оно сидит и в экспоненте: $N_U \approx e^{24\cdot12}$ и присутствует в числе 600, поскольку $F_{600} = F_{24\cdot25}$. Количество фундаментальных фермионов $n_{\mathrm{F}} = 24$ или бозонов $n_B = 24$ связано с групой симметрии $SU(5)$, содержащей как раз 25 элементов: $n_{SU(5)} = 25$. Вот и имеем $n_{SU(5)}\cdot n_{\mathrm{F}} = n_{SU(5)}\cdot n_B = 600$. Следовательно в чисто групповых терминах шестьсот это произведение числа элементов особо выделенной в физической теории группы $SU(5)$ на число независимых генераторов этой же группы. Поскольку по формулу Бине, рассматриваемой уже в следующей главе и обобщённой в главе 8, $F_{600} = \dfrac{\phi^{600} - (-\phi)^{-600}}{2\phi - 1}$, то речь здесь может идти об экспоненциальной зависимости между космологической константой и константой золотого сечения. Звучит конечно заманчиво, но при том эмпирическом базисе, который мы здесь имеем, было бы крайне неосмотрительно, даже несерьёзно делать далеко идущие выводы, основываясь на эстетических соображениях. Нужны дополнительные весомые аргументы за или против, а их сейчас нет. В любом случае символично и наверно не случайно, что именно сейчас, при рассмотрении границ физического мира неожиданно “всплыл” (хотя бы на таком, в высшей степени гипотетическом уровне) вопрос о соотнесённости законов мировой гармонии с принципом золотого сечения.

Космический гигант N_U на сорок с лишним порядков больше числа N_N нуклонов во Вселенной. Надо вообще полагать, что числа типа N_U^n, где n едва ли меньше 1/2 и больше 3, образуют нечто вроде верхней числовой границы Вселенной. Большие числа, что и говорить, но отнюдь не самые большие в природе. В соответствии с законами изменения и квантования энтропии и с учётом соотношения (4.4.2) энтропия меняется по целочисленному закону в пределах от $S_{\min} = k/2$ до $S_{\max} = N_U$, образуя последовательность

$$k/2,\ k,\ 3k/2,\ 2k, 5k/2, \ldots, N_U\cdot k/2$$

Подставляя соответствующие значения в фундаментальное уравнение $\mathbf{C}_4$, придём к формуле

$$\Omega_{\max} = e^{N_U} \approx e^{10^{125}} \approx e^{e^{288}} \approx e^{F_{600}} \qquad (4.4.5)$$

для предельного числа микросостояний Вселенной $\Omega_{\max}$. Этот числовой колосс по-видимому и следует считать наибольшим среди всех физических чисел, см. также **[**Аракелян[2]**]**.

Кроме того, используя уравнение Больцмана $\mathbf{C}_4$, формулу (4.4.1) для энтропии черной дыры и полагая горизонт приблизительно равным квадрату радиуса Шварцшильда, можно выразить N_U через физические постоянные и тогда

$$\Omega_{\max} \cong \mathrm{e}^{\frac{A}{l_P^2}} = \mathrm{e}^{\frac{R_U^2 c^3}{2G\hbar}} \tag{4.4.6}$$

Кстати $\mathrm{e}^{N_U} \approx 10^{0,43 \cdot N_U} \approx 10^{0,43 \cdot 10^{125}}$ и рядом с этим монстром кажутся неприметными карликами традиционное $10^{10^{10}}$, иногда приводимое как пример чудовищно большого, в природе нигде не реализуемого и практически недостижимого числа, и даже придуманный Э. Кеснером и названный гуголплексом (googolplex) колосс $10^{10^{100}}$ **[**Kasner & Newman**]**.

4.5. Границы физической реальности

Большая тема экстремальности физических величин, обсуждавшаяся в предыдущих разделах, требует логического развития и завершения. Исходные положения уже обозначены, поэтому достаточно ограничиться их кратким перечнем на удобном во всех отношениях примере длины, хотя можно было взять любую другую физическую величину. Имеем:

- выделенность – на основе кодов – комптоновской и гравитационной длины
- их равенство в точке, называемой планковской длиной и определяющей значение функции $\alpha_P = 1/2$
- соотношение (4.1.9) для экстремумов различных физических величин

К этим трем тезисам естественно добавить четвёртый, который условно сформулируем так:

- малое – в большом, большое – в малом

Напомним, что гравитационная длина прямо, а комптоновская обратно пропорциональна массе, поэтому чем дальше от точки пересечения, тем сильнее расхождение между двумя длинами и в целом между семействами величин $c\hbar m_j$ и cGm_j. Так вот, согласно последнему тезису в граничных точках физического мира комптоновская и гравитационная длины взаимообратимы, переходят одна в другую. А именно, комптоновская длина сверхмалой массы $m_{\min}$ *в точности* равна гравитационному радиусу R_U Вселенной, а комптоновская длина $\lambda\!\!\!^{-}_U$ Вселенной – гравитационному радиусу массы $m_{\min}$. Записав наши тезисы на языке математики, получим следующую систему из трёх равенств.

$$\frac{\hbar}{m_P c} = \frac{2Gm_P}{c^2} \tag{4.5.1}$$

$$\frac{\hbar}{m_U c} = \frac{2Gm_{\min}}{c^2} \tag{4.5.2}$$

$$\frac{m_U}{m_{\min}} = N_U \tag{4.5.3}$$

Решим с учётом (4.5.1) эти соотношения как систему уравнений относительно неизвестных $m_{\min}$ и m_U и получим формулы

$$m_U = \sqrt{\frac{\hbar c}{2G} N_U} = l_P \sqrt{N_U} \tag{4.5.4}$$

$$m_{\min} = \sqrt{\frac{\hbar c}{2GN_U}} = \frac{l_P}{\sqrt{N_U}} \tag{4.5.5}$$

Подставляя далее эти выражения для масс в уравнение $\mathbf{C}_2$, приходим к формулам

$$\alpha_{G\min} = \frac{1}{2N_U} \qquad \alpha_{GU} = \frac{N_U}{2} \tag{4.5.6}$$

которые можно записать в виде

$$N_U = \frac{\alpha_P}{\alpha_{G\min}} \qquad N_U = \frac{\alpha_{GU}}{\alpha_P} \tag{4.5.6´}$$

Наше допущение привело к очень простому соотношению между константой N_U и значением исходной функции α_{GU}: константа N_U равна удвоенному значению исходной функции α_{Gj} в точке $m_j = m_U$. Это полностью совпадает с результатами, полученными в 4.1 несколько иначе. Подтвердилось также значение R_G^2 для горизонта A черной дыры. Получаемые на основе (4.5.4), (4.5.5) и известных соотношений формулы и весьма приближённые (в пределах одного порядка – из-за неопределённости значения m_U) численные значения различных величин даны в таблице. При этом некоторые формулы записаны для удобства и наглядности в двух конфигурациях: посредством кодовых постоянных c, $\hbar$, G, k и через планковские величины.

Таблица 4.1
Экстремальные значения физических величин

Величина	**Обозначение**	**Формула**	**Десятичное значения**	
			А-система	**СГС и др.**
Исходная функция	$\alpha_{j\min}$	$\frac{1}{2N_U} = \frac{\alpha_P}{N_U}$	$5\cdot10^{-126}$	$5\cdot10^{-126}$
	$\alpha_{j\max}$	$\frac{N_U}{2} = \alpha_P N_U$	$5\cdot10^{124}$	$5\cdot10^{124}$
Энтропия	$S_{\min}$	$k/2$	0,7	$7\cdot10^{-17}$ эрг/K
	$S_{\max}$	$N_U\cdot k/2$	$7\cdot10^{124}$	$7\cdot10^{108}$ эрг/K
Действие	$J_{\min}$	$\hbar/2$	$4\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-28}$ эрг·с
	$J_{\max}$	$N_U\cdot\hbar/2$	$4\cdot10^{121}$	$5\cdot10^{97}$ эрг·с
Масса	$m_{\min}$	$\sqrt{\frac{\hbar c}{2GN_U}} = \frac{m_P}{\sqrt{N_U}}$	$4\cdot10^{-42}$	$5\cdot10^{-68}$ г
	$m_{\max}$	$\sqrt{\frac{\hbar c}{2G}N_U} = m_P\sqrt{N_U}$	$4\cdot10^{83}$	$5\cdot10^{57}$ г
Полная энергия	$E_{\min}$	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{2GN_U}} = \frac{E_P}{\sqrt{N_U}}$	$8\cdot10^{-38}$	$4\cdot10^{-47}$ эрг
	$E_{\max}$	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{2G}N_U} = E_P\sqrt{N_U}$	$8\cdot10^{87}$	$4\cdot10^{78}$ эрг
Температура	$T_{\min}$	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{2Gk^2N_U}} = \frac{T_P}{\sqrt{N_U}}$	$5\cdot10^{-38}$	$3\cdot10^{-31}$ K
	$T_{\max}$	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{2Gk^2}N_U} = T_P\sqrt{N_U}$	$5\cdot10^{87}$	$3\cdot10^{94}$ K
Длина	$\lambda\!\!\!^{-}_{C\min} = l_{G\max}$	$\sqrt{\frac{2G\hbar}{c^3N_U}} = \frac{l_P}{\sqrt{N_U}}$	$1\cdot10^{-89}$	$7\cdot10^{-96}$ см
	$\lambda\!\!\!^{-}_{C\max} = l_{G\min}$	$\sqrt{\frac{2G\hbar}{c^3}N_U} = l_P\sqrt{N_U}$	$1\cdot10^{36}$	$7\cdot10^{29}$ см

Время	$\tau_{\text{Cmin}} = t_{\text{Gmax}}$ $\tau_{\text{Cmax}} = t_{G\text{min}}$	$\sqrt{\dfrac{2G\hbar}{c^5 N_U}} = \dfrac{t_{\text{P}}}{\sqrt{N_U}}$ $\sqrt{\dfrac{2G\hbar}{c^5} N_U} = t_{\text{P}}\sqrt{N_U}$	$1{\cdot}10^{-91}$ $1{\cdot}10^{34}$	$2{\cdot}10^{-106}$ с $2{\cdot}10^{19}$ с
Критическая плотность	ρ_{C}	$\dfrac{3c^5}{16\pi G^2\hbar N_U} = \dfrac{3\rho_{\text{P}}}{4\pi N_U}$	$4{\cdot}10^{-26}$	$3{\cdot}10^{-33}$ г$\cdot$с$^{-3}$
Объём Вселенной	V_U	$\dfrac{4\pi R_U^3}{3} = \dfrac{4\pi l_{\text{P}}^3 N_U^{3/2}}{3}$	$9{\cdot}10^{108}$	$2{\cdot}10^{90}$ см^3
Число микросостояний	$\Omega_{\min}$ $\Omega_{\max}$	$\mathrm{e}^{1/2}$ e^{N_U}	1,6 $10^{0{,}43\cdot 10^{125}}$	1,6 $10^{0{,}43\cdot 10^{125}}$

Во всех приведённых в таблице формулах непременно фигурирует константа N_U в различных степенях. Промежуточный характер планкеонов как средних геометрических между минимумами и максимумами физических величин приводит к особенно простой форме записи экстремумов. Введя обозначение $B_{j\text{ext}}$, имеем формулу

$$B_{j\text{ext}} = B_{j\text{P}} N_U^n, \quad n = \pm 1/2,\ \pm 1,\ \pm 3/2,\ \pm 2,\ \pm 3 \tag{4.5.7}$$

Добавим, что проблема экстремальности тождественна проблеме самых больших и самых малых значений отдельно взятых физических величин. Это, мы знаем, постоянные или же предельные, но в обоих случаях пограничные точки области существования физических чисел, граница физического мира, числовой каркас Вселенной.

Рассмотрение не будет достаточно полным без обсуждения вопроса, может ли аксиоматически задаваемая в теории ЛМФ константа 0 считаться одной из экстремальных величин. Нулевые значения, например нулевой электрический или магнитный заряд или спин, отнюдь не противопоказаны физической величине в тех случаях, когда это не приводит к бесконечным значениям для других величин. Физическая реальность, интервалы значений фундаментальных физических величин оказываются дискретными и конечными всюду, где удаётся достичь определённости и ясности. Мы не знаем ни одного заслуживающего внимания естественнонаучного факта, который доказывал бы обратное. Математический символ ∞ в физике строго говоря недопустим в отличие от числа 0, отражающего в частности полное отсутствие каких-то характеристик, например электрического заряда у данного физического объекта.

Применительно например к массе можно задаться отнюдь не риторическим вопросом: если иметь нулевой спин или заряд частице не возбраняется, почему какие-то частицы, хотя бы фотон, гравитон или глюоны, не могут иметь нулевую массу? В физической теории нулевая масса приписывается в КХД переносчикам сильного взаимодействия глюонам, а теорема Голдстоуна из КТП утверждает необходимость существования безмассовых частиц – голдстоуновских бозонов при спонтанном нарушении некоторых *непрерывных* (никак не дискретных) симметрий, см. например **[**Индурайн; Ициксон, Зюбер, 11.2.2**]**. Но что касается переносчиков электромагнитного и гравитационного взаимодействий, то в пользу их ненулевой массы есть доводы, связанные с очень большим, но конечным радиусом действия этих взаимодействий.

С учётом этого отметим в качестве методологического отступления, что в ситуациях, когда экспериментальный базис теоретических построений весьма скуден, а то и вовсе отсутствует, есть три достаточно эффективных способа частично преодолеть эмпирический “вакуум”. Это во-первых системная взаимообусловленность, во-вторых системная согласованность результатов, в-третьих возможность получить выводы по меньшей мере двумя независимыми способами. Наличие даже всех трёх составляющих не может служить полной гарантией правильности полученных результатов, однако при нём шансы на успех значительно возрастают.

Возвращаясь к вопросу об экстремальных массах и допуская существование безмассовых частиц с малым, порядка ядерных размеров, радиусом действия, можно попытаться прийти к разумному толкованию комптоновских и гравитационных экстремумов, в частности минимумов массы и длины и максимумов длины. При этом надо учесть фундаментальный характер электромагнитной и гравитационной сил и их агентов – фотона и гравитона, связь между массой и радиусом действия носителей фундаментального взаимодействий и некоторые другие обстоятельства. А именно, комптоновская длина сверхмалой массы $m_{\min}$ равна гравитационному радиусу R_U Вселенной, а комптоновская длина $\lambda\!\!\!^{-}_U$ Вселенной – гравитационному радиусу массы $m_{\min}$. Если же под этой массой скрывается фотон или гравитон, выходит, что максимальный радиус (кривизны), а также время и другие физические параметры Вселенной согласуются с радиусом действия и другими параметрами электромагнитного или гравитационного взаимодействий. Можно поэтому полагать, что параметры Вселенной определяются характеристиками мельчайших частиц и наоборот: самое большое как бы заложено в самом малом, которое в свою очередь заложено в самом большом. Добавим, что среднее геометрическое между самым малым и самым большим это планкеон. В данном случае планковская масса есть среднее геометрическое между массой фотона или гравитона и массой Вселенной. В свете сказанного естественно полагать, что константа 0 означает не минимальное количество данной физической величины, а просто её отсутствие. Вывод ясен: минимальные значения, “кванты” различных физических величин выражаются конечными, притом далеко не всегда (квант энтропии например) очень малыми числами.

Рассмотрение физических экстремумов привело в случаях длины и энтропии к одному и тому же гигантскому натуральному числу N_U, закодированному в исходном уравнении $\mathbf{C}_2$. Если проследить за ходом рассуждений, приводящих к числу N_U, общие схемы здесь таковы.

1 Физические коды $\mathbf{C}_1$–$\mathbf{C}_3$ и выбор исходных ФФП $\rightarrow$ анализ размерностей для получения размерности длины $\rightarrow$ применение к параметрам Вселенной $\rightarrow$ учёт промежуточного значения планковской длины относительно экстремумов $\rightarrow$ выделенность комптоновской длины $\rightarrow$ N_U как отношение экстремальных значений длины

2 Формула для энтропии черной дыры $\rightarrow$ применение к параметрам Вселенной с учётом кванта энтропии $\rightarrow$ N_U как отношение экстремальных значений энтропии

3 Подстановка значения $m_j = m_U$ в уравнение $\mathbf{C}_2$

Круг рассуждений, длинный, извилистый в первом, более короткий, прямой во втором и кратчайший в третьем случае, каждый раз завершается числом N_U как основной физико-математической величиной, определяющей *от и до* физической реальности. Полученная выше формула (4.5.7) ясно свидетельствует об универсальности этого числа, уверенно занявшего свое место среди ФФП. Обобщая ранее сделанные выводы, надо полагать, что через энтропию как фундаментальную изменяющуюся величину с фиксированными нижним $S_{\min} = k_A/2 = 1/2 \cdot \ln 2$ и верхним $S_{\max} = N_U \cdot k/2 = N_U/2 \cdot \ln 2$ пределами могут выражаться все изменяющиеся параметры Вселенной. Тогда в силу предельных переходов $S \rightarrow S_{\min}$ и $S \rightarrow S_{\max}$ имеем для экстремальных отношений типа $B_{\max}/B_{\min}$ цепочку равенств

$$\lim \frac{l_{\max}}{l_{\min}} = \lim \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \lim \frac{t_{\max}}{t_{\min}} = \lim \frac{T_{\max}}{T_{\min}} = \lim \frac{V_{\max}^{1/3}}{V_{\min}^{1/3}} = \lim \frac{\rho_{\max}^{1/2}}{\rho_{\min}^{1/2}} = \lim \ln \frac{\Omega_{\max}}{\Omega_{\min}} \ldots = N_U \qquad (4.5.8)$$

Для сохраняющихся фундаментальных величин отношения между экстремальными значениями очевидны:

$$\frac{J_{\max}}{J_{\min}} = \frac{m_{\max}}{m_{\min}} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \ldots = N_U \qquad (4.5.9)$$

Вопрос о точном численном значении космической константы N_U остаётся открытым, из-за отсутствия сколько-нибудь надёжных ориентиров, а сделанное ранее предположение о равенстве его шестисотому члену ряда Фибоначчи $F_{24\cdot 25}$ больше похоже на нумерологическую шутку. Но порядок величины константы N_U всё же известен и нетрудно убедиться, что это число типа $\exp(288 \pm \varepsilon)$, где ε скорее всего составляет десятые доли единицы, а возможно речь должна идти лишь о сотых долях. Как бы то ни было поскольку $288 = 24 \cdot 12$, есть все основания считать N_U одним из чисел семейства $\psi(24 \cdot n)$. Это числа необычайно красивые и удобные относительно таких вторичных в системе **AGECA** математических операций как умножение и деление, возведение в степень и извлечение корня, дифференцирование и интегрирование, поскольку во всех этих случаях действия над функцией $\psi(24n)$ максимально упрощены и сводятся к простейшим преобразованиям, касающимся аргумента $24n$. Так, вследствие свойств экспоненты и особенностей самого числа 288 кратного 2 и 3 к данному семейству принадлежат и все числа типа N_U^n для всех физически возможных значений n. Тем самым константа N_U оказывается центральным членом указанного семейства чисел, к которому ранее были однозначно отнесены константа Ферми G_{FA}.

4.6. Обобщённые физические законы

Перечень достоинств вселенской константы однако ещё не исчерпан. Круг рассуждений, замкнувшийся на числе N_U как основной физико-математической величине, определяющей *от и до* физической реальности, возвращает нас к истокам системы **AGECA**, к основным физическим законам. Сейчас самое время вспомнить, что корректная формулировка фундаментальных физических законов сохранения и изменения возможна лишь для всей Вселенной: “Действие Вселенной сохраняется”, “Масса Вселенной сохраняется”, “Электрический заряд Вселенной сохраняется”, “Энтропия Вселенной возрастает” и т.п. Любая попытка заменить в подобных определениях Вселенную инерциальной системой отсчёта или скажем замкнутой системой неизбежно ведёт к противоречиям и не выдерживает серьёзной критики. Рассмотрение границ физической реальности, выявляющее число N_U, даёт редкую возможность высказать предположение, придающее качественной характеристике физических законов бóльшую количественную определённость, позволяет перейти к обобщённым формам фундаментальных законов сохранения, изменения и квантования. Нельзя при этом упускать из виду умозрительность, видимо неизбежно сопутствующую всем рассуждениям о Вселенной как существующей в единственном экземпляре целостной физической системе.

Вначале всё же дадим формулировку закона, который с появлением числа N_U непосредственно не связан.

Обобщённый закон сохранения ФФП

Численные значения ФФП неизменны

Уточним, что к категории ФФП должны быть в принципе отнесены все те физические константы, которые являются элементами единой системы взаимосвязанных природных чисел. Это прежде всего кодовые постоянные c, $\hbar$, k, G, G_F, ряд других важнейших величин вроде m_e, e, N_U, а также образованные из разных констант физически значимые включая параметры Вселенной комбинации, которым нет числа. В основе постулата неизменности численных значений ФФП лежит не столько отсутствие серьёзных эмпирических данных, свидетельствующих об обратном, сколько понимание их как величин двуединой природы. С одной стороны это природные, физические величины, с другой – вполне определённые математические числа, строго фиксированные точки на числовой оси.

Обобщённый закон отношения экстремумов

Отношения экстремумов физических величин выражается через фундаментальную константу N_U *формулами*

$$\frac{B_{j\max}}{B_{j\min}} = N_U \quad (n = 1/3,\ 1/2,\ 2/3,\ 1,\ 3/2,\ 2,\ 5/2,\ 3) \tag{4.6.1}$$

$$\ln\frac{\Omega_{\max}}{\Omega_{\min}} = N_U \tag{4.6.2}$$

Это хорошо знакомые нам формулы (4.5.8) и выражение для $\Omega_{\min}$, возведенные в ранг обобщённого физического закона. Основания для признания обеих формул приводились выше при рассмотрении числа N_U, а доводы в пользу принятия их в качестве обобщённого закона достаточно очевидны. Для широкого по крайней мере класса фундаментальных и вторичных, постоянных и переменных физических величин отношения экстремальных значений выражаются целыми или дробными степенями космического числа N_U.

Обобщённый закон сохранения, изменения и квантования

Для целочисленно квантуемых физических величин выполняется соотношение

$$B_j = n_j B_{\min}, \quad n_j = 1, 2, ..., N_U \tag{4.6.3}$$

В свете имеющихся данных представляется очевидным, что в фундаментальных законах квантования действия и энтропии, как и в законе возрастания энтропии, верхний предел целочисленного ряда должен быть равен N_U. Тогда сохранение, изменение и квантование целочисленно квантуемых физических величин можно выразить в виде простой формулы, символизирующей внутреннее и формальное единство трёх типов физических законов как разных сторон трёхгранного универсального физического закона. Придавая определённые значения $B_{\min}$ либо фиксируя постоянные значения $n_j = N_j$, получим соответствующие законы для действия, энтропии и т.д. Имеет место прямая соотнесённость N_U с законами сохранения, изменения и квантования физических величин; более того, именно через эту величину лучшим образом осознается взаимообусловленность всех трёх типов физических законов, составляющих грани единого целого.

В связи с обобщёнными законами встаёт острый вопрос, который, прямо скажем, относится сейчас к разряду неразрешимых научных проблем. При всём при том уйти от хотя бы краткого его обсуждения мы не вправе, тем более что здесь затрагиваются неизменно вызывающие большой интерес пространственно-временные свойства и характеристики. Вопрос в следующем. Физический мир судя по всем признакам дискретен в любых своих проявлениях; теоретическое отражение этого – квантованность физических величин. Но почему одни величины, например энтропия, действие, электрический заряд, квантованы по целочисленному закону, а относительно других величин, таких как масса, длина, время, нет никакой ясности? Строго говоря, конечность множества допустимых значений, например массы, другими словами дискретность спектра масс – всего лишь научная гипотеза. Весьма правдоподобная, сомнений практически не вызывающая, но всё-таки гипотеза, ни одним бесспорным эмпирическим фактом не подкрепленная. И мы не стали бы возвращаться к этой теме, если бы не некоторые соображения, внушенные содержанием последних разделов. Обобщённые законы не любят исключений, всякий такой закон, если только он не ошибочен, стремится распространить свое действие на максимально широкую область физической реальности. Почему, спрашивается, одна кодовая переменная – энтропия (или скажем действие), для которой отношение экстремальных значений выражается магическим числом N_U, квантована по целочисленному закону, а другая кодовая переменная – масса (или длина, время и т. д) с точно таким же отношением экстремумов не должна подчиняться этому закону? Наивный быть может вопрос, но он сам собой напрашивается. В конце концов если отношение максимального значения к минимальному выражается целым числом (точнее числом N_U^n, где n для некоторых величин рациональная дробь), можно по крайней мере предположить, что целым числом выражается и отношение любого другого допустимого значения данной величины к минимальному. Ответа на это *почему* у нас нет, но попытаемся подойти к проблеме несколько иначе.

Существует ли какая-нибудь разделительная линия, содержательная или формальная, некий селективный принцип, позволяющий отличить целочисленно квантованную величину от неквантованной, если таковые имеются, или же квантованной по какому-то другому закону? Закон дробного квантования холловского сопротивления (см. 3.4) в целом понятен и объясним, но говорить об общем селективном принципе не приходится. Мы знаем, что некоторые величины квантованы по тому или иному правилу, и ничего толком не знаем о других величинах, хоть и полагаем, что непрерывность физической величины – вещь невозможная. В сущности это всё, что нам доподлинно известно. Похоже на глухой тупик, из которого физическая наука не может выбраться уже сто лет без малого – с тех пор (преимущественно с 20-ых годов прошлого столетия), когда во весь голос заговорили о дискретности пространства-времени, о необходимости его квантования, о фундаментальной длине, о хрононе и т. п.

Невеселая для естествоиспытателей тема, негодная для антологии достижений физической науки, но прежде чем с ней распрощаться, ещё раз посмотрим на таблицу 4.1. В ней представлены и фавориты и изгои квантово-дискретного мира. В предпоследнем столбце даны десятичные А-значения физических экстремумов, то есть их истинные числовые значения в десятеричной системе счисления, даны в грубом приближении, но нам здесь важен лишь порядок величин. С первого же взгляда на минимальные значения величин заметен колоссальный разрыв между фаворитами и изгоями. В самом деле, кванты энтропии и действия, к которым можно добавить все известные на сегодня и не представленные в таблице кванты других величин, выражаются числами близкими по порядку 1. Совсем другое дело остальные приведённые или не приведённые в таблице минимальные значения величин вроде массы, длины, температуры. По какому-то странному стечению обстоятельств все они выражаются очень малыми или сверхмалыми числами. Что это: случайность, прихоть природы или нечто большее?

Возможны по меньшей мере три взаимоисключающих предположения.

а) Это ничего не значащая случайность

б) Все квантованные по целочисленному или дробному закону физические величины выражаются числами близкими по порядку к единице

в) Мир дискретен и все величины квантованы по одним и тем же законам, но многие минимумы физических величин численно слишком малы для их эмпирического обнаружения и обоснования

Чётких критериев у нас нет, умозрительность этих предположений и сопутствующих им рассуждений очевидна. Всё основано на субъективных оценках, которые мы всё же постараемся представить в объективном свете.

Предположение (а) интуитивно кажется наименее вероятным. Числовая пропасть между двумя группами величин в три и более десятков порядков слишком огромна, чтобы видеть здесь простую случайность. Возвращаться к этому больше не стоит, а на двух других вариантах остановимся подробнее. Вполне допустимо, что именно в близкой к 1 и прилегающей к ней областях числового множества находятся значения не только основных математических констант, но и квантов всех целочисленно и дробно квантуемых физических величин. Остальные величины квантованы по другим правилам либо образуют не подпадающее под общий закон множество дискретных значений. Это допущение фиксирует существующее сегодня положение вещей, его слабым местом можно считать явную дискриминацию по отношению ко многим физическим реалиям, в том числе таким важным как масса, комптоновские, гравитационные и планковские величины. Наконец с точки зрения обобщённых законов, в частности (4.6.1) и (4.6.3), предпочтительнее третий вариант. Если обобщённый закон отношения экстремумов универсален, насколько весомы основания полагать, что обобщённый закон сохранения, изменения и квантования действителен лишь для некоторых избранных физических величин? Считая, что достаточно веских оснований для этого нет, можно прийти к заключению, что все допустимые значения множества физических величин кратны соответствующим минимальным значениям. Исключение составляют такие квантованные по экспоненциальному закону величины как Ω. С малыми и сверхмалыми физическими числами, расположенными очень далеко за пределами доступной эмпирическому исследованию области, иметь дело крайне сложно. Нельзя забывать, что чистая теория, лишённая серьёзной эмпирической базы, стоит перед угрозой самообмана, когда воображаемое или возможное выдаётся за реально существующее. Отношение массы легчайшей заряженной частицы – электрона к $m_{\min}$ выражается колоссальным числом $\sim 10^{40}$, а отношение доступной исследованию длины к $l_{\min}$ – совсем чудовищным $\sim 10^{80}$, так что очевиден огромный риск, связанный с экспансией теории в столь отдаленные от экспериментальных реалий области. Тем не менее доводя до логического завершения наш в высшей степени умозрительный анализ, сформулируем четвёртый по счёту и значительно менее достоверный и обоснованный чем остальные

Обобщённый закон сохранения, изменения и квантования II

Численные значения многих величин кратны их минимальным значениям:

$$B_j = n_j B_{\min}, \quad n_j = 1, 2, ..., N_U \tag{4.6.4}$$

Отличие от одноимённого закона (4.6.3) в том, что речь здесь идёт не о нескольких целочисленно квантуемых величинах, а о значительно более широком классе физических величин. Такое обобщение предыдущего обобщённого закона связано с большим риском.

В завершение настоящей главы, главным героем которой наряду с энтропией, экстремумами различных величин и обобщёнными законами оказалась константа N_U, остаётся высказать сожаление, что мы не знаем её численного значения. Если бы удалось существенно повысить точность эмпирического значения N_U, возможно даже удалось бы вычислить её точное математическое значение. Но для такого скачка надо например более точно вычислить массу Вселенной, а в ближайшем будущем рассчитывать на это едва ли приходится. Как бы то ни было, число N_U пожалуй в большей мере чем любое другое может считаться чем-то вроде магического числа природы, космоса, символизирующего его единство, математическую гармонию, соразмерность.

Литература

Аракелян Г.Б. Фундаментальная теория ЛМФ (А1). Ереван, 2007

- От логических атомов к физическим законам. Ереван: “Лусабац”, 2007*a*
- [1]Число 24 в физической теории (Эта статья помещена на нескольких российских сайтах под другими названиями: “24 как число природы” http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161597.htm; “24 − число природы” http://www.numbernautics.ru/content/category/4/25/62/; http://www.info-mica.com/blogs-science/newsnew-3784.html)
- [2]Границы физического мира. Наибольшее число в природе http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/00161784.htm

Bekenstein J.D. Phys. Rev. **D7**(6), 2333 (1973)

Владимиров В.Л., Стахов А.П. *Энтропия золотого сечения (раскрыта ещё одна тайна золотого сечения)* http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/009a/02321199.htm

Волькенштейн М.В. *Энтропия и информация*. М.: Наука, 1986

Вяльцев А.Н. *Дискретное пространство-время*. М.: Наука, 1965

Гейзенберг В. *Введение в единую полевую теорию элементарных частиц*. М.: Мир, 1968

Гинзбург В.Л. *Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными?* В кн.: В.Л. Гинзбург. О физике и астрофизике. М.: Наука, 1985, с. 7–193

Зубарев Д.Н. *Энтропия*. В кн.: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энцикл., 1983, с. 903–905

Индурайн Ф. *Квантовая хромодинамика. Введение в теорию кварков и глюонов*. М.: Мир, 1986

Ициксон К., Зюбер Ж.-Б. *Квантовая теория поля*, т. I. М.: Мир, 1984

Kasner E. & **Newman J. R.** *Mathematics and the Imagination*, NY: Simon & Schuster (1940), p. 23.

Киржниц Д.А. *Фундаментальная длина*. В кн.: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энцикл., 1983, с. 834

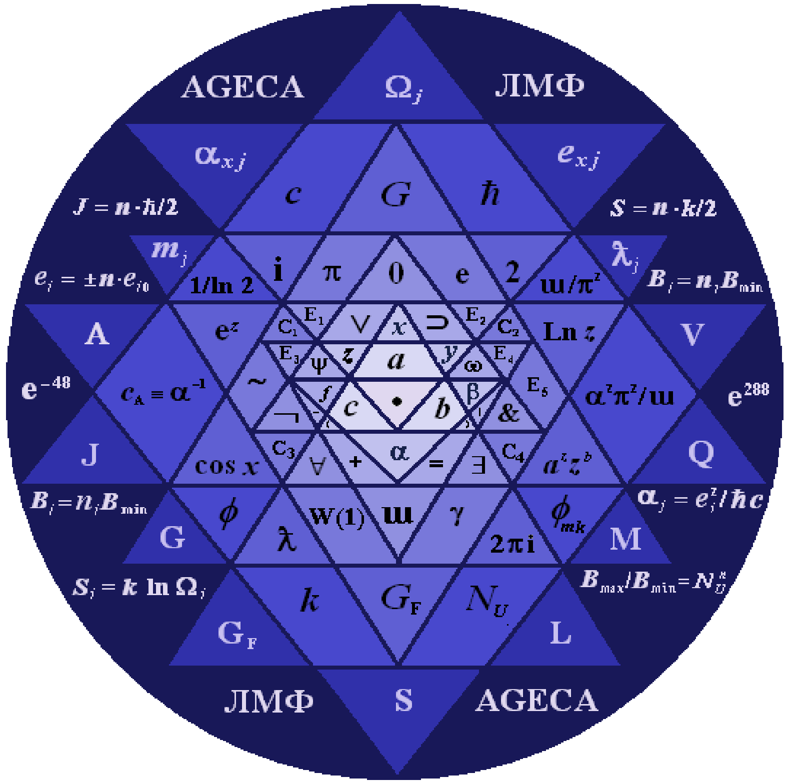
Пригожин И. *От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках*. М.: Наука, 1985

Рейф Ф. *Статистическая физика* (Берклеевский курс физики, т. V). М.: Наука, 1977

Риман Б. *О гипотезах, лежащих в основании геометрии*. В кн.: Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979, с. 18–33

Шапиро С., Тьюколски С. *Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды*, ч. 2. М.: Мир, 1985

Эндрю К. *Энтропия*. Физика за рубежом, сер. Б. М.: Мир, 1986, с. 144–160



Символ теории ЛМФ:
шри янтра со вписанными в неё основными элементами теории

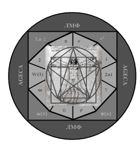
Введение

Глава 1. Логика и формальная математика

⇧

Глава 3. ⇦

Основания физической теории



⇨ **Глава 5.**

Принцип золотого сечения
и числа Фибоначчи

⇩

Персональный сайт

.

E-mail: hrantara@gmail.com