Термодинамика в модели 4D материи

Валерий П. Скоробогатов

http://apeironics.ucoz.ru   mailto://vps137@yandex.ru

На основе представления о существовании дополнительного измерения материи даны некоторые термодинамические соотношения. Показана принципиальная возможность получения «энергии из ничего».

Тепловая энергия до сих пор является не до конца понятой сущностью. Наивная теория теплорода, где некая невидимая жидкость мифическим образом перетекает от горячего тела к холодному, была отброшена в пользу солидной молекулярно-кинетической теории (МКТ), в основе которой лежит представление о молекулах, беспорядочное движение которых отвечает за тепловую энергию. Первым подтверждением того, что молекулы - действительно перемещаются беспорядочно, послужило впервые обнаруженное с помощью микроскопа хаотическое движение мельчайших частиц в жидкости, которое он увидел в микроскоп и которое было названо в честь автора открытия броуновским.

Солидность классической термодинамики кроме экспериментальных доказательств также обеспечивается законом сохранение энергии. В применении к телам, которые нагреты в разной степени и составляют замкнутую систему, было сформулировано Первое начало термодинамики, которое гласит, что изменение тепловой энергии δQ, подводимое в квазистатическом процессе в замкнутую систему, может произойти лишь в результате работы внешних сил pdV, где p – давление и V – объем, и изменения внутренней энергии dU и что поэтому выполняется равенство:

$$\delta Q = dU + pdV \qquad (1)$$

Из Второго начала термодинамики, запрещающий переход тепла от холодного тела к горячему, следует, что это изменение теплоты в состоянии термодинамического равновесия можно выразить через температуру T и такой параметр как энтропию S:

$$\delta Q = T\,dS \qquad (2)$$

Обоснование Второго начала дано в методе Н.И.Белоконя, в котором выделено два принципа [1]:

1. Принцип существования абсолютной температуры и энтропии (*второе начало термостатики*).
2. Принцип возрастания энтропии(*второе начало термодинамики*).

Объединяя (1) и (2), можно записать

$$dU = T\,dS - p\,dV \qquad (3)$$

Вид выражения (3) показывает, что в переменных S, V его левая часть является полным дифференциалом. Таким образом, температуру и давление можно рассматривать как частные производные $\partial_S U \equiv \frac{\partial U}{\partial S}$ и $-\partial_V U \equiv -\frac{\partial U}{\partial V}$. По смыслу частных производных предполагается, что в первом выражении постоянен объем, во втором — энтропия. В геометрическом плане запись (3) наводит на мысль о том, что наряду с трехмерным объемом V существует дополнительное измерение S, для которого температура играет роль давления. Такое представление перекликается с трактовкой энтропии как тепловой координаты А.А.Гухмана [2].

Это наблюдение можно сопоставить с основной идеей модели 4D среды [1], которая заключается в том, что наша *Вселенная* является четырехмерным объектом, наполненным некой *4D материей*, 4D флюидом, и в котором граница, допускающая распространение электромагнитных волн, служит нашим видимым трехмерным *Миром*. Благодаря действию сил поверхностного натяжения в целом поверхность Вселенной, Мир, представляет собой фигуру, близкую к 3-сфере, но в достаточно небольшой своей области ее можно считать совпадающим с касательной гиперплоскостью, которая в этом случае есть трехмерное евклидово пространство, которое обыкновенно принимается за наше т.н. «физическое пространство». Эти силы поверхностного (или лучше, *гиперповерхностного*) натяжения создают давление, которое мы назовем *гипердавлением*, когда кривизна гиперповерхности отличается от нуля.

Положение граничной гиперповерхности зависит от количества вещества, числа молекул, находящихся в рассматриваемой термодинамической системе и от поведения этих молекул. Поэтому мы вправе придать энтропии смысл четвертой координаты, определяющей положение граничной гиперповерхности относительно среднего положения, соответствующее, например, Вселенной в виде идеального 4-шара. Для этого надо понять, что могут представлять из себя частицы трехмерного вещества, атомы и молекулы и как они могут влиять на это положение.

В данной модели элементарной частице, обладающей массой, такой как электрон или протон, можно сопоставить так называемый *4D вихрь*, структуру вихреобразно закрученной 4D среды, форма которой вблизи границы Вселенной может быть представлена простым выражением

$$x_4 = \frac{b^2}{r} \qquad (4)$$

где b — размер вихря, геометрический параметр, имеющий размерность длины, он соответствует радиусу 3-шара при $x_4 = b$, а r – модуль трехмерного радиус-вектора, проекции 4D радиус-вектора x на гиперповерхность. Естественно, такой вихрь вытесняет некое количество 4D материи, в результате чего уровень, которому соответствует «пустая Вселенная», т.е. Вселенная без трехмерного вещества, без вихрей, повышается. Предполагается, что ось вихря проходить через начале системы координат, а также то, что ось дополнительного измерения направлена нормально к положению исходной, свободной от вихрей, граничной гиперповерхности, которую можно в этом случае представить уравнением

$$x_4 = 0 \qquad (5)$$

Это уравнение задает в четырехмерном евклидовом пространстве R^4 сечение в виде трехмерного пространства R^3, являющегося касательным пространством, о котором была речь выше. Вселенная в таком представлении занимает полупространство, расположенной, условимся, в положительном направлении оси x_4. Из-за огромного размера Вселенной нам кажется, что наш трехмерный Мир является именно таким бесконечным евклидовым пространством R^3. На самом деле согласно гипотезе о 4D Вселенной Мир является 3-

сферой, форма которой может быть задана выражением

$$r^2+(x_4 - R_0)^2 = R_0^2 \qquad (6)$$

где R_0 – радиус Вселенной. В трех последних выражениях началом системы координат служит точка на границе.

В работе [1] показано, что выражение (4) пригодно для представления как элементарной частицы, так и любого тела с массой m, которая через некий коэффициент k связана с параметром b, определяющим размер 4D вихря, простым соотношением:

$$m = k b^2 \qquad (7)$$

Таким образом выражение (4) относится к покоящейся массе, расположенной в начале координат. Несмотря на то, что значение координаты x_4 при r = 0 достигает бесконечности, это выражение годится для модельного представления массивной частицы или тела поскольку обладает свойством аддитивности,заключающееся в том, что сумма масс в представлении (7) равна общей массе.

Когда частица находится в движении, ее энергия увеличивается со скоростью v и соответственно этому увеличивается масса вопреки ее современному толкованию. Она становится т.н. «релятивистской»

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \qquad (9)$$

В данном контексте этот означает, что форма вихря, профиль гиперповерхности, изменился. Вместо (4) от стал

$$x_4 = \frac{ab}{r} \qquad (10)$$

где

$$a = \frac{b}{\cos\alpha}$$

а угол α определяет наклон оси вихря относительно нормали к невозмущенной границе, к границе Вселенной, на которой нет вихрей. Этот угол определяет скорость вихря

$$\sin\alpha = \frac{v}{c} \qquad (11)$$

Геометрически профиль гиперповерхности для наклоненного вихря легче всего представить, изменив на угол α систему координат так, что вместо (4) получится $x_4 = b^2/r + tg\alpha\, x_1$

В некотором смысле такое изменение формы вихря противоречит предсказанию СТО о продольном сокращении размера тел. При движении вихрь в продольном размере наоборот увеличивается $a = b/\sqrt{1-v^2/c^2}$. Соответственно этому увеличивается четырехмерный объем флюида, который вихрь занимает.

Таким образом, можно сказать, что присутствие частицы благодаря «воронке», что несет с собой вихрь, изменяет среднее положение границы поскольку выталкивает большее количество 4D флюида на граничную гиперповерхность. Оценим это значение.

При рассмотрении процессов, связанных с передачей тепла, будем использовать изобарический процесс, т.е. такой тепловой процесс в замкнутой системе, который ограничен постоянным трехмерным объемом V. В нашем представлении наличие этого объема означает существование жесткой цилиндрической гиперповерхности вдоль дополнительного измерения, сечением которой является этот объем. Эта гиперповерхность, конечно, образована рядами плотно расположенных 4D вихрей, у которых параметр b значительно больше, чем у тех, что расположены внутри указанного объема. Например, это могут быть вихри, соответствующие атомам металлов.

Рассмотрим вначале один покоящийся вихрь в начале системы координат (4). Чтобы вычислить его вклад в повышении уровня, оценим его 4-мерный объем Ω_0. Он равен

$$\Omega_0=\int_0^R \frac{4\pi}{3} r^3 dl\,, \qquad (12)$$

где R — радиус 3-мерной сферы, в качестве которой мы возьмем рассматриваемый объем V, l — длина кривой вдоль образующей вихревой гиперповерхности. Элемент этой длины равен $dl=\sqrt{1+b^4/r^4}\,dr$. Подставив это выражение в (12), получим

$$\Omega_0=\frac{\pi}{3}\left(R^2\sqrt{b^4+R^4}+R^4\ln\left|R^2+\sqrt{b^4+R^4}\right|-\ln b^2\right)$$

Для $R\gg b$ имеем следующее простое выражение

$$\Omega_0=\frac{\pi R^4}{3}\left(1+\frac{b^4}{2R^4}\right) \qquad (13)$$

Если вихри находятся в движении, то оно замениться таким:

$$\Omega=\frac{\pi R^4}{3}\left(1+\frac{a^2 b^2}{2R^4}\right) \qquad (14)$$

Здесь b геометрически соответствует малой полуоси эллипсоида, получаемого при поперечном сечении вихря на «глубине», равной b, а a - его большой полуоси, которой характеризуется увеличение продольного размера вихря при его движении . Соответственно, поскольку плотность 4D среды предполагается постоянной, должен «подняться» уровень, вытолкнутый при постоянном 3D объеме V в дополнительное измерение x_4. Разность (14) и (13) обуславливает изменение уровня вдоль 4-й координаты, равное для N вихрей $\Delta\Omega N/V$ или

$$\Delta x_4^0=\frac{b^4 N}{8R^3}\frac{v^2}{c^2}\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right) \qquad (15)$$

На такую величину поднимется уровень 4D среды, вытолкнутой движущимися вихрями по сравнению с неподвижными вихрями. Наличие множителя $v^2/2$ в (15) указывает, что это выражение имеет отношение к кинетической энергии вихрей. В классическом изложении именно кинетическая энергия частиц связывается с температурой. Поэтому вместо (3) мы вправе представить более простое выражение для внутренней энергии $U(\Omega)$, которое является основным термодинамическим уравнением

$$dU = P\cdot d\Omega = -p\,dV + T\,dS \qquad (16)$$

из которого следует уравнение состояния, утверждающее, что обобщеннное давление в виде набора {-p,T}, объединяющее обычное трехмерное давлении и температуру,

$P=\frac{dU}{d\Omega}=\begin{pmatrix} p=-(\partial_v U)_S \\ T=(\partial_S U)_V \end{pmatrix}$ есть производная внутренней энергии по обобщенному, четырехмерному, объему Ω. Для краткости мы можем назвать сопряженные величины P и Ω *супердавлением* и *суперобъемом*. Чтобы размерности обычного давления p и температуры совпадали, можно предложить в качестве энтропии величину, пропорциональную 3D объему. Для этого можно умножить dx_4 на некую константу ξ с размерностью площади поверхности. Эта константа не имеет особого значения и может быть исключена при выборе той или иной системы единиц. Таким образом, как и было заявлено выше, энтропия принимает простой геометрический смысл $S=\xi(x_4-x_4^0)$, где x_4^0 - положение уровня 4D флюида при заполнении объема V неподвижными вихрями. Мы можем это положение принять за точку отсчета и положить равным нулю.

Таким образом, принцип возрастания энтропии также приобретает чисто геометрический смысл. $S\geq 0$. Гиперповерхность нашей 4D Вселенной не может опускаться ниже нулевого значения, потому что ее четырехмерный объем $\Omega=V\,x_4$

---

*) Впервые о возможности представить температуру в качестве четвертого измерения, я узнал на форуме сайта sciteclibrary.ru от А.П.Трунева, где он выступает под ником Prtovich_Tot.

постоянен, плотность 4D среды предполагается постоянной.

Аналогично можно рассмотреть потенциал Гиббса как функцию обобщенного давления G(P)

$$dG = \Omega\cdot dP = V\,dp - SdT \qquad (17)$$

где $\Omega=\frac{dG}{dP}=\begin{pmatrix} V=(\partial_p G)_T \\ S=(\partial_T G)_p \end{pmatrix}$.

Заметим, что возможна и противоположная, может быть, более естественная трактовка, при которой дополнительным измерением считается температура, а не энтропия.*) Выражение (15) тогда отражает прямую связь между изменением уровня граничной гиперповерхности и теплового движения молекул, за которое в МКТ отвечает температура. Энтропия тогда приобретает смысл внутреннего давления, вызванного наличием искривленности граничной гиперповерхности Вселенной, о котором была речь вначале. Принцип возрастания энтропии и в этом случае также имеет геометрический смысл. Он утверждает, что минимальная усредненная кривизна и соответственно минимальное внутреннее давление соответствует неподвижным 4D вихрям, вихрям, у которых нет наклона относительно граничной гиперповерхности.

В таком рассмотрении потенциалом, зависящим от 4D объема Ω, т.е. от обычного объема и температуры, будет свободная энергии F, для которой можно записать

$$dF = P\cdot d\Omega = pdV - SdT \qquad (18)$$

Энтальпия H явится тогда термодинамическим потенциалом, если в качестве параметров будет взято супердавление в виде {p,S}, а не {p,T} как выше. Тогда

$$dH = \Omega\cdot dP = Vdp + TdS \qquad (19)$$

Третье начало термодинамики также легко находит простое толкование в обоих случаях. Ноль абсолютной температуры означает именно такое положение 4D вихрей, когда отсутствует их наклон. Уровня границы ниже значения, данного выражением (13), быть не может — разве только при полном вакууме, когда в заданном объеме отсутствуют какие-либо молекулы газа. Называть этот уровень температурой или энтропией не так важно, потому что эти величины взаимозависимые. Они такие же взаимозависимые как давление и объем в законе Бойля-Мариотта. Отличие лишь в том, что ни температура, ни энтропия не являются такими очевидными параметрами термодинамической системы, как давление и объем, и что уровнем гиперповерхности мы управлять не можем. Или еще не научились.

Поэтому при рассмотрении квазистационарного процесса, для которого справедливо равенство Клаузиуса

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T}$$

то можно записать более общее выражение

$$\Delta \Omega = \int \frac{dU}{P}$$

Таким образом, принцип возрастания энтропии приобретает чисто геометрический смысл, смысл «невозрастания» уровня гиперповерхности. Гиперповерхность нашей 4D Вселенной не может опускаться ниже нулевого

Увеличение скорости вихрей, если оно не сопровождается изменением уровня 4D среды, энтропии, т.е. в адиабатном процессе, должно сохранить 4D объем Ω . Это значит, что для сохранения Ω должен увеличиться трехмерный объем, занимаемый газом или жидкостью, или, если и он зафиксирован, увеличиться давление p. Основное термодинамическое уравнение состояния для идеального газа, таким образом, этот факт отражает в виде следующего выражения

$$pV = RT$$

где R — газовая постоянная.

Чтобы из (15) получилась энергия, нужно это выражение умножить на силу или по-другому, на давление на граничную гиперповерхность p, умноженное на площадь (трехмерную!) гиперповерхности V. Произведение (15) на V даст $\Delta\Omega$ Поэтому изменение тепловой энергии δQ можно понимать как изменение четырехмерного объема $\Delta\Omega$, произошедшее вследствие *внутреннего давления* p_c , вызванного присутствием движущихся вихрей. Это позволяет установить аналогию между Ω и S с одной стороны и между p_c и T с другой стороны. Другой вариант — сопоставить энтропии не Ω , а значение координаты дополнительного измерения x_4 . Тогда температуре будет соответствовать произведение $p_c V$ - *силе внутреннего давления* F_c . Выражение (3) поэтому можно переписать таким образом:

$$dU = F_c dx_4 - p\,dV$$

Обсуждение

В какой-то мере можно сказать, что модель 4D среды воспроизводит теорию теплорода, потому что предполагается, что эта среда, 4D флюид, действительно подвижен и, как показано в этой работе, ответственен за распространение тепловой энергии. Однако это не совсем так. Перенос тепла от горячего тела к холодному не связан напрямую с течениями в 4D среде. Он связан исключительно с поведением 4D вихрей, частиц вещества, молекул и в этом смысле скорее является подтверждением МКТ. В самом деле, если представить два сообщающихся сосуда с газом при одном и том же давлении, но с разными температурами, то в интерпретации, когда за температуру отвечает гипердавление, выравнивание температур, теплообмен, означает выравнивание гипердавлений. Оно происходит благодаря тому, что в сосуде с большим гипердавлением находятся более быстрые молекулы. В противоположной интерпретации, где температура связывается с уровнем 4D среды в направлении дополнительного измерения, теплообмен также зависит от стремления этой среды выровнять общий уровень и тоже путем диффузии более быстрых молекул с более высоким уровнем в сторону сосуда, где находятся более медленные молекулы.

Таким образом, мы видим, что перетекает не сама 4D среда, а ее представители в виде 4D вихрей. Благодаря свойству сохранять свое равномерное и прямолинейное движение в среде, или иначе благодаря свойству инерции (об этом подробнее см.[3]), эти вихри не чувствительны к равномерному течению среды. Это означает, что если вихри, например, неподвижны в какой-то системе отсчета, то мы не можем определить (конечно, с помощью каких-либо приборов, состоящих в конце концов также из 4D вихрей) есть или нет движение среды. Поэтому совершенно неважно в каком направлении движется среда — в сторону от горячего сосуда к холодному или наоборот.

Вместе с тем, введение в рассмотрение явлений термодинамики представления о 4D флюиде в какой-то мере, как думается, должно примерить древнюю и отвергнутую наукой идею о теплороде, калористическую теорию, с молекулярно-кинетической теорией. Нет никакого физического объекта под названием теплород, но также нет трехмерных объектов под названием атомы и молекулы. Есть, как предполагается в модели 4D материи, четырехмерная среда, в которой существуют (и из которой состоят) 4D вихри, разнообразные агрегации которых представляются нам (также по сути четырехмерным объектам!) как атомы и молекулы.

Если все это именно так, как описано в этой работе, то понятие температура и энтропия должны быть заменены на более простые и наглядные понятия уровня 4D флюида и гипердавления. Как показано выше, выбор тех или иных термодинамических потенциалов в определенной мере произволен. Мы можем за температуру и энтропию принять как уровень флюида, так и гипердавление.

Теорема Каратеодори о интегрирующем делителе в данной работе находит свое естественное доказательство. Оба толкования температуры, которые здесь приведены, - как гипердавление и как уровень гиперповерхности — приводят к выражениям (16, 17, 18 и 19), прямо показывающие интегрирующий делитель в виде $P \cdot d\Omega$ или $\Omega \cdot dP$.

Данная модель не дает оснований надеяться на создание т.н. вечного двигателя. Он мог бы появиться, если бы, например, был бы какой-либо процесс, повышения либо уровня флюида в каком-то рабочем теле такого двигателя, либо повышения гипердавления в нем. Но совершенно ясно, что без затрат энергии этого сделать нельзя.

[1] https://ru.wikipedia.org/wiki/Второе_начало_термодинамики
[2] https://ru.wikipedia.org/wiki/Аксиоматика_термодинамики