

## ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ИДЕИ О ПРИРОДЕ ВАКУУМА

Рабжабов О.Р.

Дагестанская государственная  
сельскохозяйственная академия,  
Махачкала

По представлениям современной науки, реальный (физический) вакуум – это не пустота или «отсутствие всякого присутствия». Отказ от представлений о вакууме, как о пустоте является концептуальным положением современной физики. В настоящее время экспериментальным фактом можно считать утверждение о том, что вакуум – среда с очень сложной структурой, которая изменялась в ходе эволюции Вселенной и которую можно перестраивать путем изменения состояния материи, взаимодействующей с вакуумом, конкретно – путем концентрации энергии в малых областях пространства. Такая концентрация энергии изменяет не только ситуацию в системе частиц, но и саму структуру пространства. Это утверждение отражает тот факт, что вакуум является характеристикой самого пространства – времени.

Вакуум представляет собой сложный физический объект, в котором непрерывно происходит рождение и уничтожение виртуальных частиц (материализованных порций энергии). Вакуум является динамической системой, обладающей некоторой энергией, которая все время перераспределяется между виртуальными (воображаемыми) частицами.

Представление о вакууме как непрерывной активности содержащихся в нем виртуальных частиц вытекает из принципа неопределенности Гейзенберга. Принцип неопределенности Гейзенберга имеет такое выражение:  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$ . Согласно этому, квантовые эффекты могут на время нарушать закон сохранения энергии. В течение короткого времени  $t$  энергия, взятая как бы «взаймы», может расходоваться на рождение короткоживущих частиц, исчезающих при возвращении «займа» энергии. Это и есть виртуальные частицы. Возникая из «ничего», они снова возвращаются в «ничто». Так, что вакуум в физике оказывается не пустым, а представляет собой море рождающихся и тут же гасящихся всплесков, - виртуальных частиц.

Однако воспользоваться энергией вакуума мы не можем, так как это есть наименьшее энергетическое состояние полей. При наличии внешнего источника энергии можно реализовать возбужденные состояния полей – тогда будут наблюдаться обычные (не виртуальные) частицы. Вакуум поляризуется внешним полем, и поле может порождать из вакуума пары различных частиц, причем легче всего рождаются самые легкие, т.е. электронно-позитронные пары. Такие пары интенсивно порождаются в поле с напряженностью  $E_0$ , работа которого на расстоянии комптоновской длины волны  $l = \hbar/mc \approx 3 \cdot 10^{-11}$  см порядка энергии

покоя пары равной  $2mc^2 \approx 10^6$  эВ, т.е.  $A = F \cdot l = eE_0 \frac{\hbar}{mc}$ .

Отсюда для нахождения образования одной частицы

можем написать  $eE_0 \hbar/mc \approx mc^2$  или  $E_0 \approx \frac{m^2 c^2}{e\hbar} \approx 3 \cdot 10^{16}$

В/см.

Пары достаточно быстро, хотя и не в катастрофическом темпе, могут рождаться и в более слабых полях. Поэтому достижение полей, например с  $E_0 \approx 10^{14}$  В/см уже позволило бы, вероятно, наблюдать рождение пар в вакууме.

Вакуум поляризуется не только сильным электрическим полем, но и магнитным полем, причем характерное значение напряженности магнитного поля  $H_0$  такое же, как и для электрического поля  $E_0$ . В магнитном поле с напряженностью более  $H_0$  вакуум ведет себя подобно нелинейной анизотропной среде и сильно влияет на распространение электромагнитных волн.

Уравнения, которые открыл Дирак, показывают, что в природе существуют частицы с положительной энергией – электроны и античастицы – позитроны, энергия которых отрицательна. Они рождаются парами электрон-позитрон из физического вакуума. Сам же вакуум представляет собой некоторое латентное (скрытое) состояние электронов и позитронов. В среднем физический вакуум не имеет ни массы, ни заряда, ни каких-либо других физических характеристик. Однако в малых пространственных областях (порядка  $10^{-33}$  см) вакуума значения физических характеристик могут стать отличными от нуля – на малых расстояниях вакуум спонтанно флуктуирует. В вакууме постоянно происходят процессы рождения и уничтожения частиц и античастиц разного сорта. Образуя, в малых пространственно-временных областях вакуум похож на «кипящий бульон», состоящий из элементарных частиц. Поэтому в квантовой теории возникло представление о физическом вакууме как о «квантовой жидкости», находящейся в вечном движении. Такая жидкость описывается уравнениями квантовой гидродинамики и, естественно, обладает упругими свойствами.

Рассмотрим энергетические свойства квантового вакуума. Из соотношения неопределенности и закон сохранения массы-энергии можно рассчитать промежуток времени, соответствующий массе электрона:  $\Delta t = 10^{-21}$  с. Смысл этих расчетов с точки зрения классической механики кажется безумным: в течение столь малых промежутков времени энергия вакуума испытывает достаточно большие колебания, чтобы за это время из него рождались электроны – и все прочие элементарные частицы.

Такие частицы называли виртуальными. Индивидуально они никак не проявляют себя, но как системный ансамбль вполне заметно влияют на различные свойства материи (магнитный момент электрона, спектральные характеристики атомов и др.) Таким образом, этот вакуумный виртуальный «туман» - совершенно реальный феномен.

В 1980 г. А.Е. Акимов предложил новую теоретическую модель квантового вакуума. В основу этой

модели он положил два постулата. Во-первых, предполагается, что каждый элемент Вселенной – независимо от того, содержит он материальные тела или их там нет, – заполнен свертками из круговых волн электронов и позитронов. Такая свертка, очевидно, обладает нулевым суммарным зарядом; равен нулю у нее и спин, т.к. спины образующих ее частиц направлены навстречу друг к другу.

Второй постулат состоит в том, что нулю равна и суммарная масса свертки. Это следствие закона сохранения массы-энергии при образовании свертки ее масса преобразуется в энергию пары гамма-квантов. Акимов предложил называть эту квантовую систему, имеющую нулевые значения массы, заряда и спина, фитоном. Заметим, что предсказание о неизбежности взаимной аннигиляции электрона и позитрона при их встрече следует из релятивистской теории Дирака.

Фитонная модель квантового вакуума позволяет по-новому объяснить возникновение фундаментальных взаимодействий. Поставим мысленный эксперимент – поместим заряженное электрически тело в фитонный вакуум. Следствием этого будет зарядовая поляризация фитонов, электрические заряды, образующие свертку, уже не будут полностью компенсировать друг друга, а немного сместятся в направлении внешнего поля. Каждая частица начнет раскачиваться вверх и вниз относительно уровня минимальной энергии. Такую зарядовую поляризацию фитонного вакуума можно интерпретировать как электромагнитное поле.

Если в качестве источника возмущения вакуума выбрать не заряд, а массу, то система фитонов приобретет продольную спиновую ориентацию, которая будет соответствовать гравитационному полю. А что произойдет, если источником возмущения будет тело, создающее угловой момент вращения, например, детская игрушка – волчок? Вакуум немедленно отзовется на это – произойдет поперечная спиновая ориентация фитонов.

Оказывается, таким образом, что электромагнитное поле можно понимать как зарядовую поляризацию вакуума, а гравитационное – как продольные упорядоченные по спину состояния фитонов. В третьем эксперименте мы получили принципиально новый тип фундаментальных взаимодействий – кручение вакуума. Этот тип взаимодействий получила название торсионного (*torsion* означает кручение).

Существование торсионных полей еще в 1922 г. постулировал Э. Картан. Однако в его теории не учитывались спиновые эффекты и, кроме того, его уравнения не содержали угловых координат. Поэтому он не смог правильно оценить константу этих взаимодействий. Эта задача была в 1980-х годах решена Г.И. Шиповым, который разработал теорию физического вакуума, используя геометрию ученика Г. Римана Риччи, содержащую угловые координаты. Теория Шипова не содержит ограничений на величину константы торсионных взаимодействий. Факт существования в природе этого нового типа полей к настоящему времени подтвержден в многочисленных экспериментах.

Физические свойства торсионных полей уникальны. Во-первых, взаимодействие торсионных

квантовых вихрей носит не энергетический, а чисто информационный характер и, следовательно, на них не распространяется следующий из теории относительности запрет на существование сверхсветовых скоростей. Для торсионных полей этот запрет снимается по той причине, что они обладают свойством нелокальности. Во-вторых, по той же самой причине для их интенсивности отсутствует обратная зависимость от квадрата расстояния, как в случае электромагнитных и гравитационных полей. По этим причинам торсионные поля – идеальное средство для связи на межзвездных расстояниях. О возможности использовать их для этой цели свидетельствуют эксперименты, проведенные в разное время Н.А. Козыревым, М.М. Лаврентьевым и А.Ф. Пугачем.

Любое твердое тело, поскольку оно представляет собой ансамбль элементарных частиц, обладающих спином, при ускоренном движении вносит возмущение в «фитонное море», приводя к его поляризации по массе. Это также торсионный эффект, но проявляется он уже не в виде возбуждения торсионных полей, несущих информацию, но не энергию, а в форме возникновения всем хорошо известных сил – сил инерции. Становится, таким образом, ясным механизм возникновения этих сил, триста лет остававшийся нераскрытым. Понятным становится и «внутреннее» родство сил инерции и гравитации, а также равенство инерционной и гравитационной масс – они обусловлены одними и теми же эффектами искривления и кручения физического вакуума.

Механизм возбуждения электромагнитных и торсионных полей также обладает сходными чертами. Это приводит к возникновению еще одного типа комбинированных полей – электроторсионных. Эти поля тоже наблюдаются в экспериментах.

Эксперименты по рождению частиц из физического вакуума показывают, что их массы, заряды, спины или какие-либо другие физические характеристики относительно, появляются и исчезают в процессах рождения из вакуума или ухода в вакуум. В теории физического вакуума эти характеристики определяются через риманову кривизну пространства. Имеется гипотеза о том, что пространство-время может иметь внутреннюю дискретную микроскопическую структуру, поля расщеплений описывают дефекты в этой структуре. Эти структуры задают состояние физического вакуума, их называют вакуумными конденсатами.

На нынешнем уровне знаний о природе можно сказать определенно: свойства материи целиком определяются свойствами этих вакуумных структур. Именно поэтому изучение физики вакуума и представляется приоритетной задачей физики XXI в. Сегодня можно утверждать, что, во-первых, формирование конкретных свойств элементарных частиц и их взаимодействий, в частности основных из них – протона, нейтрона, электрона и нейтрино, предопределяется состоянием различных вакуумных субструктур и взаимосвязями между ними, а во-вторых, свойства наблюдаемого макромира – геометрические свойства Вселенной в целом, ее крупномасштабная структура, химический состав Вселенной, условия возникновения в ней биологических объектов – определяются

свойствами частиц. Отсюда следует, что относительно небольшие изменения в структуре вакуума могут привести к радикальному изменению свойств мира. Параметры вакуумных структур жестко зафиксированы для видимой Вселенной. В этом смысле можно говорить, что вакуумные структуры самоорганизуются единственным образом, который только и позволяет существовать во Вселенной макроскопическим структурам.

Так от размышлений о природе пустоты приходим к постановке проблемы о самоорганизации вакуума. Поэтому для краткой формулировки ситуации в фундаментальной физике на рубеже XX и XXI вв. (или на рубеже II и III тысячелетий), выберем следующие ключевые слова – вакуум и самоорганизация. Заметим, что формирование категории вакуума, как объекта со сложной иерархической внутренней структурой есть результат синтеза геометрической и кван-

товой концепций физики XX в., а самоорганизация проявляется, как внутреннее свойство физического вакуума, которое нам и предстоит исследовать в XXI в.

Сложные структуры квантового вакуума – та первооснова, которая определяет фундаментальные свойства нашего мира в целом. Особое значение имеет проблема рождения пар частиц из вакуума вблизи сигулярностей в космологических решениях, описывающих эволюцию Вселенной. Вакуум способен порождать не только частицы, но и миры. Самопроизвольные флуктуации вакуума рожают вселенные с разным набором фундаментальных постоянных.

Работа представлена на научную конференцию с международным участием, Москва-Барселона, 7-14 июля 2006г. Поступила в редакцию 05.06.2006 г.

### *Химические науки*

#### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКОЛ СИСТЕМЫ $K_2O-P_2O_5-K_2S$**

Зарецкая Г.Н.

*Сахалинский государственный университет,  
Южно-Сахалинск*

Создание новых стеклообразных твердых электролитов представляет интерес в связи с перспективой их применения в различных электрохимических источниках тока. Однако, целенаправленный синтез новых СТЭЛ с заданными свойствами невозможен без детального исследования физико-химических и физико-механических характеристик таких систем, а также без разработки надежных методик синтеза СТЭЛ с хорошо воспроизводимыми электрофизическими параметрами. В связи с этим нами были изучены стекла в системе  $K_2O-P_2O_5-K_2S$ : определена область их стеклообразования, проведен химический и хроматографический анализ, дифференциально-термический анализ; исследованы температурные и концентрационные зависимости электропроводности, определено влияние содержания сульфида калия на плотность и микротвердость стекол.

В системе  $K_2O-P_2O_5-K_2S$  стабильные стекла образуются в довольно большом интервале составов (мол.%):  $K_2O$  – 41-50;  $P_2O_5$  – 41-50;  $K_2S$ : - 0-18. Синтез изучаемых стекол проводился из реактивов классификации “хч” и “чда” в лабораторной печи при температуре 1100 °С. Для уменьшения взаимодействия расплава стекла с кислородом и влагой воздуха варку проводили в слабо восстановительной среде в стеклоуглеродных тиглях марки СУ-2000 в среде аргона.

В расплав стеклообразного  $KPO_3$  вводились различные количества  $K_2S$ . Отжиг проводился при температурах на 10°-15° ниже температуры стеклования с последующим охлаждением в режиме остывающей печи.

Стекла с низким содержанием  $K_2S$  прозрачные, окраски не имеют. С увеличением концентрации  $K_2S$  приобретают все более интенсивную голубую окраску.

Авторы [1], изучавшие окраску серой стекол боратных систем, пришли к выводу, что синяя окраска этих стекол обусловлена присутствием элементарной серы.

Кристаллизационная способность стекол данной системы исследовалась методом принудительной кристаллизации в интервале температур 200°-900°С. Стекла с наименьшей склонностью к кристаллизации получены в псевдобинарной системе  $K_2O-P_2O_5$ . С повышением содержания  $K_2S$  кристаллизационная способность стекол увеличивается из-за упорядочения элементов симметрии структурных мотивов в каркасе стекла.

Для правильной оценки влияния тех или иных компонентов на физико-химические свойства стекла необходимо сравнивать составы, содержащие одинаковые объемные концентрации компонентов. Плотность входит в состав формул, по которым рассчитывают объемную концентрацию какого-либо компонента в стекле. Измерение плотности проводилось методом гидростатического взвешивания образцов стекол, предварительно отожженных при температуре 260°С. Плотность стекол одной варки воспроизводилась с точностью  $\pm (3-6) \cdot 10^{-3}$  г/см<sup>3</sup>. С увеличением содержания  $K_2S$  плотность стекол повышается. Ее значения лежат в интервале 2,467-2,775 г/см<sup>3</sup>. Увеличение плотности, по-видимому, связано с разрывом цепи  $(PO_3)_n$  в структуре стекла. На это указывает и смещение полосы поглощения 1280 см<sup>-1</sup> в ИК- спектрах серосодержащих стекол до 1240 см<sup>-1</sup> и появление полосы 900 см<sup>-1</sup>, интенсивность которой увеличивается с повышением содержания серы.

Испытания микротвердость как метод, чувствительный к изменению структуры материала, нашел широкое применение при исследовании стеклообразных тел. В нашей работе микротвердость исследовалась методом вдавливания алмазной пирамиды Виккерса

Так как при измерении микротвердости могут появляться признаки хрупкого разрушения у отпечатка на исследуемых образцах стекла, то подобное яв-