

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

УДК 53.03

DOI: 10.17223/00213411/65/2/3

ЭФФЕКТЫ НИЗКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ
В РАМКАХ ФРАКТАЛЬНОГО ПОДХОДА*И. Бревик^{1,3}, А.В. Шаповалов^{2,3}¹ *Норвежский университет естественных и технических наук, г. Тронхейм, Норвегия*² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*³ *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

Обсуждается концепция фрактального подхода применительно к описанию некоторых свойств разбавленных водных растворов и суспензий низких концентраций. Рассматривается роль слабозаимодействующих объектов в форме ван-дер-ваальсовских взаимодействий в свойствах биологических объектов в водной среде. Предложена модель, в которой наблюдаемые зависимости представлены небольшими различиями в диэлектрической проницаемости. Биологические частицы моделируются как водяные шары с немного более высоким показателем преломления, движущиеся на фоне чистой воды. Используется теория Ван-дер-Ваальса для вычисления среднего относительного расстояния между сферами в приближении малого расстояния и находятся физически разумные результаты.

Ключевые слова: разбавленные водные растворы, силы Ван-дер-Ваальса, фрактальные кластеры, фрактальная пыль, фрактальная кинетика.

Введение

Водные растворы низких концентраций, с одной стороны, привлекают исследователей проявлением эффектов, при которых не всегда выполняются ожидаемые линейные закономерности физических величин от концентраций [1, 2], а с другой стороны, являются предметом острых дискуссий (см., например, [3] и ссылки в ней). Во многих работах отмечается чрезвычайное разнообразие физических, химических и биологических явлений, происходящих в водных растворах, в том числе при низких концентрациях и внешних воздействиях различной интенсивности. В [4, 5] обобщены результаты недавних исследований и намечены перспективные направления экспериментальных и теоретических исследований новых аспектов физики водных растворов. В частности, в [4] подчеркивается то обстоятельство, что в природе водный раствор, как правило, существует в неоднородном состоянии, содержащем различные структурные образования, например, спиральные, стержневые и фрактальные структуры. Исследования биологических эффектов, наблюдаемых в водных растворах высокого разведения, имеют длительную историю, в качестве одного из примеров отметим работу [6]. В настоящее время интерес к этому направлению сохраняется. Например, в [7] экспериментальными методами исследовалась микроскопическая динамика и взаимодействия антиген – антитело в высокоразбавленных растворах белков и показано, что конформационная стабилизация образующихся комплексов взаимодействующих компонент является следствием не только водородных связей, но и других более слабых взаимодействий, таких как ван-дер-ваальсовы взаимодействия и энтальпия от гидратации. Последняя зависит от свойств раствора, которые, в свою очередь, чувствительны к внешним физическим воздействиям и могут влиять на конформацию, свойства белков и выполнение ими биологических функций, подобные выводы приводятся в [8].

В исследованиях различных явлений, происходящих в разбавленных растворах, в большинстве случаев наблюдаются хорошо известные и вполне ожидаемые результаты. Однако особый интерес вызывают такие случаи, когда становятся заметными отклонения, для которых не находятся удовлетворительные объяснения, что отмечается многими авторами, например [1]. Среди идей и подходов, которые рассматриваются как перспективные в применимости к исследованиям подобных явлений, обратим внимание на проявление структур, в том числе фрактальных в водных рас-

* Работа частично поддержана грантом РФФИ и Томской области, проект № 19-41-700004.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>