

Аннотация-характеристика

«ПРОТОННАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ВОДЫ И ЛЬДА»

Артёмов В.Г.

Современные тенденции в мировом научном сообществе требуют все большей экспериментальной направленности исследований, оставляя незамеченными вопросы, связанные с фундаментальным пониманием механизмов, стоящих за конкретными физическими явлениями. Так в электродинамической теории воды и водных растворов уже более 150 лет доминирует статическая модель. Вода и лед рассматриваются в контексте ажурной сетки «водородных» связей, сформированной неделимыми молекулами H_2O с характерным временем жизни более 10 часов [6]. В результате такого рассмотрения количество «необъясненных» эффектов продолжает расти, как и количество «аномалий», связанных с физическими свойствами воды и льда [7].

На конкурс выносятся две работы [1,2] из цикла опубликованных в 2013-2014 годах, направленные на фундаментальное переосмысление представлений о динамической структуре воды и льда. Работы связаны с анализом диэлектрических спектров в очень широком диапазоне частот $10^1 - 10^{14}$ Гц (13 порядков!). Подобное рассмотрение становится возможным путем гармонизации данных полученных разными методами на разных приборах (всего не менее 7 различных устройств) и делается для воды и льда в столь широком диапазоне, вообще говоря, впервые.

Одновременное рассмотрение таких, на первый взгляд не связанных, параметров как рН, dc-проводимость, микроволновые потери, статическая диэлектрическая проницаемость, по отдельности изучаемых многими авторами на протяжении десятилетий, привела нас к неожиданному выводу: молекулярная структура воды и льда, предопределяется зарядами противоположных знаков, формирующимися, предположительно, в виде ионов H_3O^+ и OH^- , мгновенная концентрация которых при комнатной температуре составляет порядка 1% от общего числа молекул H_2O , что на 7 порядков выше, чем предсказывает классическая электрохимия и концепция рН. «Нестыковка» с литературными данными о концентрации собственных ионов в воде связана, по нашему мнению, с недооценкой взаимодействия между ионами H_3O^+ и OH^- , приводящего к малой dc- проводимости, неверно интерпретируемой как результат малого количества ионов.

Приведенный выше вывод и соответствующая феноменологическая модель рассматривается нами в работе [1], где удается описать диэлектрический спектр воды на частотах 10^4 - 10^{11} Гц, используя простую модель диффузии кулоновски-взаимодействующих зарядов двух знаков в виде ионов H_3O^+ и OH^- . Такая модель значительно проще чем общепринятая ориентационная модель неделимых молекул H_2O , и позволила впервые связать статическую диэлектрическую проницаемость и проводимость с микроволновым поглощением в рамках одного подхода: дрейфовая составляющая диффузии взаимодействующих зарядов обеспечивает протонную dc-проводимость, а случайные блуждания протонов – дебаевскую релаксацию.

В работе [2] впервые в одном панорамном окне анализируются спектры жидкой воды и льда, сосуществующие при $0\text{ }^\circ\text{C}$ (рис.1). Отмечается, что между диэлектрическими спектрами воды и льда существует «скейлинг», проявляющийся в смещении релаксационной полосы на 7 порядков при одновременном сохранении статической диэлектрической проницаемости, что интерпретируется нами, что спектры - проявление одного и того же процесса: диффузии протонов в потенциале отличающимся для воды и льда на $0,4\text{ эВ}$, что близко к теплоте фазового перехода вода-лед ($3 \times 10^2\text{ кДж/кг}$).

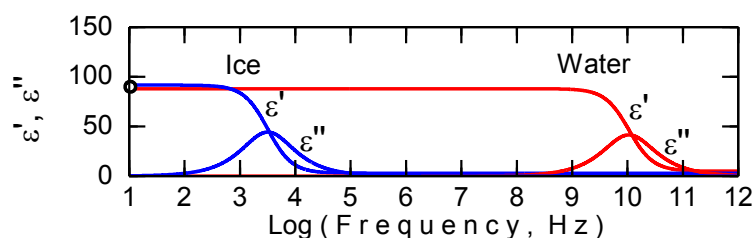


Рис. 1. Диэлектрические спектры воды и льда при $0\text{ }^\circ\text{C}$

Результаты, полученные в конкурсных работах, меняют сложившиеся стереотипы об устройстве воды и льда из цельных молекул H_2O , наблюдаемых в газовой фазе и позволяют говорить о формировании нового направления, связанного с протонной электродинамикой (протоникой) не только в воде, но, по-видимому, и в других протонсодержащих жидкостях. Фундаментальные знания, полученные в работах, найдут свое практическое применение не только в физике, но также и электрохимии, биологии, медицине, в частности при объяснении механизмов распространения нервного импульса, феноменологии клеточного транспорта, переноса заряда в электролитах аккумуляторов и топливных элементов и многих других.

Полученные результаты неоднократно обсуждались в подразделениях ИОФ РАН, а также докладывались на серии международных конференций и семинаров в Москве, Кракове, Берлине, Аугсбурге, Веймаре, Стокгольме, Праге, Дубаях в 2013-2014 гг.

Автор выражает благодарность старшим соавторам Волкову А.А. и Пронину А.В. за совместную работу над представленными публикациями.

Список работ на конкурс:

1. A.A. Volkov, V.G. Artemov and A.V. Pronin, A Radically New Suggestion about the Electrodynamics of Water: Can the pH Index and the Debye Relaxation be of a Common Origin? // EPL, **2014**, 106 46004.
2. V.G. Artemov, A.A. Volkov, Water and Ice Dielectric Spectra Scaling at 0 °C // Ferroelectrics, **2014**, 466:1, 158-165.

Другие работы по теме:

3. А.А. Волков, В.Г. Артемов, А.В. Пронин, О происхождении диэлектрических свойств воды // Доклады Академии наук, **2014**, том 455, № 1, с. 26–29.
4. В.Г. Артемов, А.А. Волков (мл.), А.В. Пронин, А.А. Волков, Электрические свойства воды: Новый взгляд // Биофизика, **2014**, том 59, вып. 4, с. 636–640.
5. V.G. Artemov, A.A. Volkov and A.V. Pronin, Water and water solution as proton conductors // Proceedings of the 8th International Conference on Electromagnetic Wave Interaction with Water and Moist Substances, Weimar, Germany, **2013**.

Цитируемые работы:

6. Hassanali A., Prakash M. K., Eshet H. and Parrinello M., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 108 (2011) 20410.
7. Franks F., Water: A Comprehensive Treatise (Plenum Press, New York) 1972-1982.

к.ф.-м.н.,
зав. лабораторией ИОФ РАН

_____ Артёмов В.Г.