

Сведения об авторах

О.М. Садыкова — старший преподаватель кафедры стоматологии, Кировский государственный медицинский университет; olastomat@yandex.ru;
 С.Е. Жолудев — д.м.н., профессор, зав. кафедрой ортопедической стоматологии и стоматологии общей практики, Уральский государственный медицинский университет; ortoped_stom@mail.ru;
 Н.А. Белоконова — д.т.н., к.х.н., доцент, зав. кафедрой общей химии, Уральский государственный медицинский университет; 89221503087@mail.ru;
 А.В. Еликов — к.м.н., доцент кафедры химии, Кировский государственный медицинский университет; anton_yelikov@mail.ru.

.....

МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ РАСТВОРОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРАКТИКЕ

УДК 544.35

Ю.А. Сысоева, Д.А. Теплухин, М.Г. Иванов, М.А. Косарева

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Рассмотрены представления Д.И. Менделеева на основе его критики, хорошо нам известной и изучаемой на первом курсе любого вуза гипотезы электролитической теории Аррениуса, описанной в его книге «Основы химии». Менделеев отводит теории электролитической диссоциации только роль «рабочей гипотезы». Можно предположить, что Д.И. Менделеев писал о гидратах, клатратах (соединениях, которые образуются из молекул), а не сольватах (образуются из ионов), т.к. сольваты образуются после распада молекулы на ионы. Известно, что растворы электролитов проводят электрический ток, что подтверждает теорию Аррениуса. Чтобы проверить, изменяется ли электропроводность раствора при получении клатрата, мы провели эксперимент по получению клатрата гидрохинона с добавкой неэлектролита. Электропроводность раствора также значительно меняется, что подтверждает теорию Д.И. Менделеева.

Ключевые слова: клатраты, сольваты, водные растворы, теория Аррениуса, теория растворов Д.И. Менделеева.

MODEL OF THE STRUCTURE OF SOLUTIONS DI MENDELEEV AND ITS APPLICATION IN PRACTICE

U.A. Sysoeva, D.A. Tepluhin, M.G. Ivanov, M.A. Kosareva

Ural federal university
named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg, Russian Federation

Considered submission D.I. Mendeleev, on the basis of his criticism, is well-known to us and the hypothesis of Arrhenius's electrolytic theory, which is studied in the first year of any university, described in his book *Fundamentals of Chemistry*. Mendeleev assigns the theory of electrolytic dissociation only the role of the "working hypothesis". It can be assumed that D.I. Mendeleev wrote about hydrates, clathrates (compounds that are formed from molecules), and not solvates (formed from ions), because Solvates are formed after the decomposition of the molecule into ions. It is known that electrolyte solutions conduct electricity, which confirms the Arrhenius theory. To check whether the electrical conductivity of the solution changes when a clathrate is obtained, we conducted an experiment to obtain a hydroquinone clathrate with the addition of a non-electrolyte. The conductivity of the solution also varies significantly, which confirms the theory of D.I. Mendeleev.

Keywords: clathrates, solvates, aqueous solutions, Arrhenius theory, solution theory D.I. Mendeleev.

Введение

Представления Д.И. Менделеева рассмотрим согласно его критике гипотезы электролитической теории Аррениуса, описанной в его книге «Основы химии».

Д.И. Менделеев пишет: «Гипотеза «электролитической диссоциации», ничего не прибавляя к пониманию вообще растворов, страдает сверх того стремление проникнуть в область обычных химических явлений, утверждая, что реагирование происходит обычно лишь между свободными ионами. Такое воззрение последователи гипотезы приложили ко множеству явлений (например, окрашиванию, распределению и т.п.) и случаев реагирования.

Со своей стороны, эту сторону дела я считаю еще менее удовлетворяющей и приложимую к реальности.

Цель работы

Обратить внимание на гипотезу растворов Д.И. Менделеева, в которой, на наш взгляд, кроется огромный потенциал, объясняющий аномалии как воды, так и растворов, имеющих большие практические возможности и частично уже использованные в современных теориях структуры воды и растворов. Модель строения растворов Д.И. Менделеева актуальна для разных наук, в частности для медицины.

Материалы и методы исследования

В книге Д.И. Менделеева «Основы химии» приведено несколько примеров, показывающих сложность строения растворов и неприемлемость упрощенной теории Аррениуса. В одном примере (Ливеингъ, 1900 г.) показано, что разбавление растворов не изменяет спектр поглощения соли, а по Аррениусу уменьшилось количество ионов, определяющих характеристику, и спектр должен измениться. Второй пример (Каленбергъ, 1902 г.): при смешении растворов токонепроводящих в сухом бензоле соли меди и сухого хлористого водорода сразу получен осадок хлористой меди, при этом катионов и анионов по Аррениусу не было.

По мнению Менделеева, сторонники Аррениуса совершают, по крайней мере, две ошибки:

1) описывают взаимодействие некоторых классов соединений в растворах как взаимодействие ионов (что не оправдывается взаимодействием в концентрированных растворах и тех же соединений в растворах неэлектролитов);

2) переносят представления о процессе, в котором обязательно должны играть соответствующую роль явления диссоциации, на учение о строении вещества (тогда встаёт вопрос, откуда берутся силы, способные «развалить» столь прочные кристаллы на отдельно существующие ионы).

Менделеев писал: «Считая, что существование диссоциации и ассоциации необходимо будет признать для понимания растворов, я думаю, что современное представление об электролитической диссоциации, с одной стороны, тормозит теорию растворения, хотя с другой стороны, полезно потому, что даёт повод к накоплению опытного материала, который должна охватить будущая теория растворов». Менделеев отводит теории электролитической диссоциации только роль «рабочей гипотезы».

Теория растворов, по мнению Менделеева, гораздо сложнее, и для ее понимания он приводит множество разнообразных примеров и предположений, из которых мы выделим несколько.

«Для понимания природы растворов немало могут служить пересыщенные растворы, так называемые криогидраты, и свойства соединений, содержащих кристаллизационную воду».

«При разной температуре выделяющиеся кристаллы одного и того же вещества могут содержать различное количество кристаллизационной воды. Это показывает, что твёрдое тело, растворенное в воде, может образовывать с нею различные по свойствам и составу соединения, способные являться в твёрдом виде. Это выражается в множестве свойств и явлений, относящихся к растворам, и даёт повод думать, что и в самих растворах имеются такие же или подобные им соединения рас-

творённых тел с растворителем, только в жидком и отчасти разложенном виде. Даже цвет растворов нередко может служить подтверждением такому заключению. Медный купорос представляет кристаллы синего цвета: они содержат кристаллизационную воду. Прокаливанием удаляется кристаллизационная вода из медного купороса, получается безводное белое вещество. Из этого можно видеть, что синий цвет принадлежит соединению медной соли с водою. Растворы медного купороса все синего цвета, следовательно, и в них содержится соединение, подобное соединению с кристаллизационной водою».

Менделеев рассматривает концентрированные растворы, пересыщенные растворы, криогидраты и приходит к выводу, что «образование при растворении соединений определённого состава становится очевидным из явлений сильного уменьшения упругости или из повышения температуры кипения, происходящих при растворении в воде некоторых летучих жидкостей и газов».

С его точки зрения, «в слабых растворах ..., признав при растворении образование гидратов, проще допустить, что часть этих гидратов разлагается, чем принять разложение на ионы; именно в соединении растворённого тела с растворителем можно искать скорее всего причину электропроводности..., по моему воззрению, природа растворов очень сложна, и есть повод допускать в них часть веществ в состоянии соединения, а часть — в состоянии распада».

Представления Менделеева о гидратации. Согласно современным учебникам по химии, представление о гидратации ионов введено в науку в 1890 г. И. А. Каблуковым и В. А. Кистяковским. Оно объединило теорию электролитической диссоциации Аррениуса с химической теорией растворов Д.И. Менделеева, что оказалось плодотворным для объяснения свойств электролитов; и эту теорию после смерти Д.И. Менделеева стали называть теория Менделеева—Каблукова. По нашему мнению, это теория учеников Менделеева. Создаётся впечатление, что Д.И. Менделеев писал о гидратах, клатратах (соединениях, которые образуются из молекул), а не сольватах (образуются из ионов), т.к. сольваты образуются после распада молекулы на ионы. Термин «клатрат» ввел Пауэлл Г. в 1948 г., термин «соединение включения» — Шленк В. в 1949 г. Согласно химической энциклопедии 1990 г. [3], оба термина эквивалентны. Клатраты и гидраты относятся к супрамолекулярным соединениям. В настоящее время уже всем известны природные залежи газовых клатратов или газогидратов, из которых получают природный газ.

Понятие гидратов, о которых писал Д. И. Менделеев, стало использоваться в теориях, например, в 1961 г Л. Полинг (нобелевский лауреат) открыл взаимосвязь между явлениями наркоза и кристаллизацией гидратов наркоти-

ческих веществ. Полинг выделил особенности поведения клатратов: кристаллизация, твёрдотельные фазовые превращения, включая сегнетоэлектрические, частичная или полная дегидратация. В основе теории Полинга лежит представление о так называемом клатратном взаимодействии между молекулами анестетика и водой, влияние которого можно экспериментально наблюдать при образовании кристаллов газогидратов.

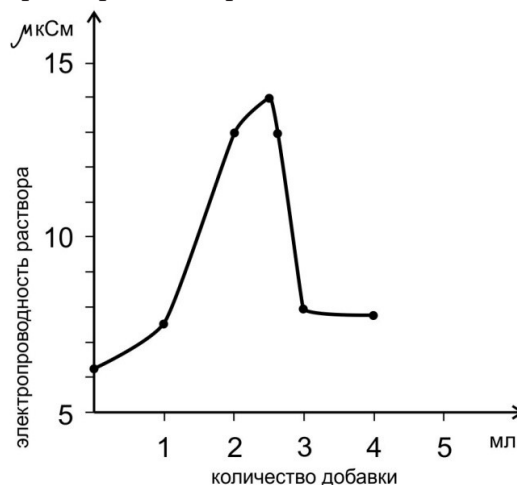
Полинг предложил гипотезу: биологически активные молекулы покрыты тонкой плёнкой связанной воды, а эффект анестетика целиком обусловлен его влиянием на свойства этой плёнки, называемой «гидратным микрокристаллом».

Очевидно, что гидратные оболочки клатратного типа могут формироваться не только вокруг молекул аминокислот и низкомолекулярных пептидов, но и вокруг гидрофобных аминокислотных остатков белков. По предположению Полинга, разрушение клатратоподобных гидратных оболочек, образующихся вокруг этих важных функциональных групп, должно происходить при температуре около 250С. С этой точки зрения увеличение их стабильности вследствие внедрения молекул почти полностью аналогично влиянию понижения температуры. В итоге водная плёнка (гидратный микрокристалл) ДНК увеличивает эффективный диаметр цилиндрической макромоллекулы ДНК с 20Å в безводном состоянии до 29Å в водном растворе.

Результаты исследования и их обсуждение

Всем известен интервал температуры тела человека. Многие клатраты (как органические, так и неорганические) могут или образовываться, или разлагаться именно в этом диапазоне температур, что и использовал Полинг 2,3. Д. И. Менделеев обращал внимание, что в зависимости от температуры из одних и тех же исходных веществ будут образовываться разные гидратные соединения. Чтобы самостоятельно проверить получение клатрата и определить изменение электропроводности раствора, мы провели эксперимент по получению клатрата гидрохинона с добавкой неэлектролита для образования клатрата по известной методике при температуре 350С. Использованы дистиллированная вода, кри-

сталлический гидрохинон. Приготовлен насыщенный раствор гидрохинона в дистиллированной воде. Электропроводность определена с помощью кондуктометра «Эксперт-002». Была замерена электропроводность раствора в процессе получения клатрата (рис.). Электропроводность исходного насыщенного раствора гидрохинона равна 6 мкСм.



Получение клатрата и его влияние на электропроводность раствора

Из рисунка следует, что получается новое соединение с другим показателем электропроводности, что подтверждает изменение электропроводности раствора, не связанное с электролитической диссоциацией молекул на ионы, что и предполагал Д.И. Менделеев.

Выводы

1. Д.И. Менделеев отмечал в каждой гипотезе самое значимое, например, у гипотезы Аррениуса — легкость восприятия гипотезы.

2. Д.И. Менделеев предполагал образование в растворах соединения типа клатратов, молекулярных соединений, а не солей, которые образованы на основе ионов по Аррениусу. Нами экспериментально показано, что происходит изменение электропроводности растворов при образовании клатратов.

3. Можно смело утверждать, что исследования и работы выдающегося ученого Д.И. Менделеева постоянно используются в новых теориях и открытиях. Актуальность его научных взглядов не вызывает сомнений.

Литература

1. Менделеев, Д. И. Основы химии. – Москва-Ленинград : ГОСХИМТЕХИЗДАТ, 1932. – Т. 1. – с. 488.
2. Полинг, Л. Общая химия. – Изд. Мир, 1974.
3. Клатратная теория воды и её растворов / М. А. Косарева, В. Ф. Марков, Л. А. Байкова и др. – Екатеринбург : Изд. Ажур, 2010. – 71 с.

Сведения об авторах

Ю.А. Сысоева — студент 1 курса, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; uisysoeva@gmail.com;
 Д.А. Теплухин — студент 1 курса Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; Daniiltepluhin@gambler.ru;
 М.Г. Иванов — д.т.н., профессор, зав. кафедрой общей химии ИНФО, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; m.g.ivanov@urfu.ru;
 М.А. Косарева — к.т.н., доцент кафедры общей химии ИНФО Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; 89122269153@mail.ru.