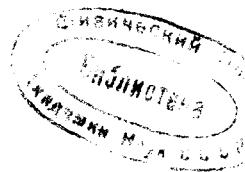
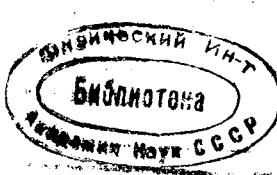


УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

С. АРРЕНИУС И ЕГО ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ
ДИССОЦИАЦИИ¹⁾.

П. А. Каблуков, Москва.

На мою долю выпала почетная и печальная обязанность поделиться с вами воспоминаниями о своем учителе — славном шведском ученом Сванте Августе Аррениусе, скончавшемся 2 октября 1927 г. Имя Сванте Аррениуса вместе с именами Вант Гоффа и В. Оствальда знаменует начало новой эпохи в истории физической химии.

Я кратко сперва изложу как бы послужной список С. Аррениуса, а затем остановлюсь на истории возникновения теории электролитической диссоциации, прославившей имя С. Аррениуса. В нашем собрании нет надобности излагать эту теорию, произведшую переворот в учении о растворах и вошедшую в учебники.

Сванте Август Аррениус родился в Упсале 19 февраля 1859 г. Поступил в университет в Упсале в 1876 г. В 1884 г. защитил докторскую диссертацию, в которой мы находим зародыш теории электролитической диссоциации. (Об этой диссертации мы скажем более подробно далее.) В 1884 г.

¹⁾ Речь, прочитанная 16 февраля 1928 г. в соединенном заседании ученых обществ Москвы, посвященном чтованию памяти Сванте Аррениуса. При составлении этой речи источниками служили, кроме работ Аррениуса, следующие труды: П. И. Вальден. Двадцатипятилетие теории электролитической диссоциации и неводные растворы. Москва 1919 г. Ernst Cohen. I. H. van't Hoff. Sein Leben und Wirken., М. А. Блох. Жизнь и творчество вант Гоффа. Итгр. 1923 г.

получает место доцента физики в Упсальском университете. В 1886 г. он командируется шведской Академией наук за границу и в течение 1886—1889 гг. работает у В. Ост-вальда в Риге, затем в Лейпциге, у Колльрауша в Бюргурге, у Больцмана в Граце и посещает Ванта Гоффа в Амстердаме. В 1891 г. получает место преподавателя физики в университете в Стокгольме, а в 1895 г.—кафедру физики там же, в 1897—1903 гг. избирается ректором, в 1902 г. получает медаль Дэви, в 1903 г.—Нобелевскую премию. Ему была предложена должность профессора в берлинской Академии наук, но он получает место директора Нобелевского института и остается до самой кончины в Стокгольме.

Таков краткий послужной список С. Аррениуса. Переходим теперь к истории возникновения теории электролитической диссоциации.

„Мой учитель химии, проф. Клеве, во время своих лекций указывал,— вспоминает Аррениус,— что невозможно определить молекулярный вес таких веществ, которые, подобно тростниковому сахару, не переходят в газообразное состояние. Я понял, что в этом кроется большой недостаток, устранение которого может принести химии большую пользу. В это время Рауль производил свои классические работы, которые мне были неизвестны. Определение электропроводности солей в растворах, содержащих, наряду с водой, большое количество непроводников, казалось мне, могло бы дать ключ к определению молекулярного веса, исходя из принципа, что сопротивление электролитического раствора тем больше, чем больше молекулярный вес растворителя. При более подробном исследовании электропроводности я обратил внимание на проводящую часть молекулы соли“.

Таким образом С. Аррениус, избравший в 1881 г. физику как главный предмет, приступает к своей докторской диссертации и начинает в 1882—1883 гг. свои экспериментальные исследования в области электропроводности водных растворов, под руководством профессора физики Эдлунда в Стокгольме. Выбор темы был обусловлен, с одной стороны, прежними исследованиями по электропровод-

ности растворов, принадлежащими нашему известному ученному Р. Ленцу (1878 г.) и давшими интересные и замечательные отношения именно для сильно разбавленных растворов, с другой стороны, соображениями Аррениуса, что электропроводность растворенных солей, содержащих рядом и значительные количества непроводников, могла бы дать указания на молекулярный вес последних: ведь по исследованиям Ленца оказалось, что электропроводность солей уменьшается в следующем порядке: водные растворы > спиртные > эфирные и спиртные > керосин. Из этих результатов Аррениус выводит заключение, что сопротивление раствора возрастает по мере возрастания молекулярного веса растворителя, так как молекулярные веса воды, спирта и эфира находятся в отношении 18 : 46 : 74. Во время экспериментальной работы, при подробном изучении электропроводности различных растворов сорока пяти тел, его интерес получил совершенно другое направление: вместо определения молекулярного веса внимание его было вполне поглощено той дробной частью молекул растворенной соли, которая принимает участие в электропроводности. Приведем несколько положений, к которым пришел Аррениус. „Электропроводность растворенных солей равна числу находящихся в растворе электролитических молекул“... „Если при разбавлении электропроводность не меняется пропорционально количеству электролита, тогда прибавлением растворителя вызвано химическое изменение в растворе“... „Сопротивление электролитического раствора тем больше, чем комплекснее ионы“... Нормальные соли образуют в воде комплексные молекулы, или: „водные растворы всех электролитов содержат растворенный электролит по крайней мере частью в виде молекулярных комплексов“... „Предел, к которому приближается комплексность растворенной нормальной соли, при крайнем разбавлении, один и тот же для всех нормальных солей“... Что касается водного раствора аммиака и его электропроводности, то Аррениус допускает образование гидрата „ NH_4OH “. „Электропроводность аммиачного раствора основывается на присутствии малого количества NH_4OH . Однаковые обстоятельства имеют место и при других основаниях,

а равно и при кислотах: соляной, уксусной, серной, азотной, фосфорной и т. д. Вследствие этого получается следующее важное положение: „Водный раствор какого-либо гидрата (аммиака, кислоты) слагается кроме воды из двух компонентов, — одного активного, электролитического, и одного инактивного неэлектролитического. Эти составные части воды — активный гидрат и инактивный гидрат — образуют химическое равновесие таким образом, что при разбавлении активная часть увеличивается, а инактивная часть уменьшается“. Чтобы определить активную часть, он вводит особый коэффициент активности („coefficient d'activité“). Последний „дает нам отношение числа ионов, действительно находящихся в электролите, к числу ионов, которые получились бы при полной диссоциации электролита в простые электролитические молекулы“. Тогда получается следующее выражение: „чем лучше раствор какой-либо кислоты (а равно и основания) проводит электричество, тем больше ее активная часть“. Наконец, приходит он к важному постулату, что „для кислот и оснований гальваническая активность идет параллельно химической активности“, или „данная кислота (или основание) тем сильнее, чем больше ее коэффициент активности (ее молекулярная электропроводность)“. Присовокупим, что не только соли, кислоты и основания — или в смысле Гитторфа „соли“ — суть электролиты, но что по Аррениусу: „вода, спирты, фенолы, альдегиды и многие другие вещества суть электролиты и, следовательно, проводники тока“.

В заключение приведем то обобщение, которое Аррениус дает гипотезе Клаузиус-Вильямсона для электролитов и из которой вытекает связь между химической и гальванической активностью. „Все ионы связаны с определенным количеством электричества, анион с отрицательным, катион с положительным. Это количество должно быть равно для всех ионов. Если, таким образом, катион одной молекулы соединяется с анионом другой, катион этой с анионом третьей и т. д., то процесс не прекратится, пока катион последней молекулы не соединится с анионом первой молекулы... Во время этого процесса (протекающего моментально),

очевидно, передвинулось определенное количество электричества, т. е. связанное с одним ионом в замкнутой линии. Я назову это явление круговым током. В электролите, следовательно, постоянно происходят круговые токи". Так как электропроводность зависит от того, обмениваются ли ионы электролитов между собой и как часто происходит такой обмен, и так как химическая реакция одинаково связана со скоростью обмена места в частицах, то вытекает, что, например, кислоты с наибольшей электропроводностью и будут кислотами наискорее реагирующими.

Вот в общих чертах содержание диссертации, появившейся в 1883 г. под заглавием: „*Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes*“. 1 ч., „*Conductibilité galvanique des solutions aqueuses extrémement diluées*“. 2 ч., „*Théorie chimique des électrolytes*“.

Свою теорию Аррениус называет химической. „Как из краткого обзора видно, теория эта есть вполне химическая,— говорит П. И. Вальден:— она исходит: 1) из представления о комплексности молекул растворенных солей и их дезагрегации при разбавлении и 2) из образования гидратов слабых оснований и кислот, 3) она вводит понятие об активных гидратах (ток проводящих), не давая, однако, точного определения, в чем различаются последние от инактивных гидратов, и 4) она дает новую формулировку для гипотезы Клаузиуса, допуская беспрерывное перемещение ионов (без доступа электрического тока) вследствие „кругового тока“ и увеличение активных молекул с разбавлением раствора, 5) устанавливает пропорциональность между скоростью химических реакций и электропроводностью кислот и оснований“.

Какова была встреча результатов и теории Аррениуса? При разборе диссертации оппонентом факультета (д-ром А. Г. Экстрайном) было указано на то, что предположение о распадении проводящих ток молекул (солей) на свободные ионы представляет крайние затруднения. Еследствие этого Аррениус первоначально вовсе не хотел напечатать свою теорию, а решившись под конец опубликовать ее, переделал нарочно учение о свободных ионах. Вспоминая об

этом, Аррениус через 23 года замечает (1907): „Предчувствуя, что это возражение возбудит наибольшее число химиков против моих воззрений, я старался как можно меньше выдвинуть эту диссоциацию. Таким образом полное проведение теории диссоциации было задержано на три года“.

П. И. Вальден рассказывает, что в 1884 г., когда открылась вакансия на место доцента в Упсальском университете, то она была предоставлена Аррениусу, благодаря В. Оствальду, которому во время летней поездки в Упсалу удалось рассеять опасения тамошних ученых, боявшихся, что официальным принятием такого дикого молодого физика университет может сконпрометировать себя.

Первым и почти единственным ученым, отозвавшимся на теорию Аррениуса, был В. Оствальд. Дело в том, что сам В. Оствальд в это время работал в области изучения электропроводности растворов: в июле 1884 г. он опубликовал исследование, в котором на 34 кислотах показал параллелизм между их электропроводностью и скоростями реакций, вызываемыми ими. При этом он указывает, что вывод Аррениуса принадлежит к „наиболее значительным из появившихся в области учения о сродстве“.

В вышедшем в 1885—1887 гг. в Риге капитальном труде „Lehrbuch der allgemeinen Chemie“ В. Оствальд излагает теорию Аррениуса и делает ее общеизвестной. Таким образом распространению своей теории Аррениус во многом обязан В. Оствальду. Во время своей заграничной командировки Аррениус в 1886 г. отправляется прежде всего к В. Оствальду, бывшему тогда профессором в Рижском политехникуме, и здесь производит разнородные физико-химические исследования (см. ниже). Живой обмен мыслей между В. Оствальдом и Аррениусом много способствовал выяснению различных сторон возникающей теории.

Сношения Аррениуса с Вант Гоффом начались в 1885 г. Аррениус послал свою диссертацию вант Гоффу, тот ответил ему длинным письмом (от 4 августа 1885 г.), в котором он благодарит Аррениуса за присланную диссертацию, а также за благоприятный отзыв о труде Вант

Гоффа „*Études de dynamique chimique*“. Затем он указывает на то, что он задержал ответ до того времени, когда он будет в состоянии высказать свое мнение о теории Аррениуса и вообще об основных электрохимических величинах в химическом равновесии, упомянув далее о своих работах по этому вопросу, пересланных для напечатания в трудах шведской Академии наук. Отметив далее, что соотношения, указанные Аррениусом между скоростью реакций и электропроводности, представляют большой интерес, Вант Гофф прибавляет: „Только руководящие идеи моей теории в известных отношениях отличаются от ваших“. „Я не могу предположить, как вы это делаете, что одна электропроводность определяет состояние достигнутого равновесия. Это главное возражение, которое возникло у меня при изучении вашего труда. Электролитическое сопротивление мне представляется величиной в химии такой же, какой является трение в механике, в движении жидкостей, т. е. оно не определяет конечное состояние равновесия, хотя и влияет на время, которое необходимо, чтобы его достигнуть. Это возражение заставило меня искать, какая из электрических величин определяет равновесие, и мне кажется, что эта роль принадлежит электровозбудительной силе, которая может произвести данное превращение.

„Следующие соображения привели меня к этому выводу:

„1. Электровозбудительная сила, которую может вызвать реакция, если она происходит в гальваническом элементе, служит мерою той работы, которую производит сродство.

„2. Знак работы, которую может произвести химическая реакция, определяет направление, в котором последняя совершается сама собой (в отсутствии внешнего сопротивления).

„3. Равновесие в системе, в которой совершаются две противоположных реакции, может установиться только тогда, когда электровозбудительная сила реакций будет равна нулю.

„4. Закон равновесия при постоянной температуре“.

Здесь Вант Гофф развивает идеи, которые привели его к выводу известного уравнения изотермы, на основании законов термодинамики.

В заключении письма Вант Гофф пишет: „De ce point de vue il me paraît donc que votre opinion et la mienne peuvent aller ensemble“. Этим письмом было положено начало сотрудничества между вант Гоффом и Аррениусом.

В письме Вант Гоффа говорится о следующих работах, посланных в шведскую Академию к проф. Петерсону: 1) Lois de l'équilibre chimique, dans l'état dilué, gazeux ou dissous, 2) Une propriété générale de la matière diluée и 3) Conditions électriques de l'équilibre chimique.

В этих работах Вант Гофф изучает основные положения своей теории растворов, т. е. показывает, как на основании законов термодинамики можно установить математическую зависимость между осмотическим давлением раствора и понижением упругости их пара, температуры их замерзания и повышением температуры кипения растворов, выводит известную формулу: $t = 0,01976 \frac{T^2}{w}$ (где — молекулярное понижение точки замерзания раствора, T — абсолютная температура замерзания чистого растворителя, а w — его скрытая теплота плавления).

Согласно закону Вант Гоффа основные законы газообразного состояния (Бойля, Гей-Люсака и Авогадро) применимы и для растворенного вещества, и уравнение: $P \cdot v = RT$ оказывается общим для газообразных и растворенных тел (при крайних разбавлениях). Но как показали опыты для растворов целого класса тел: кислот, солей и оснований (т. е. электролитов), осмотическое давление, (а следовательно понижение упругости пара, температуры замерзания и т. п.) более или менее превышает вычисленное по вышеприведенной формуле. Вант Гофф ввел коэффициент i (равный отношению между найденным и теоретическим осмотическим давлением) в вышеприведенную формулу и тогда газовое уравнение переходит в: $P \cdot v = iRT$.

На вопрос, в чем заключается причина этих отступлений, находим ответ в письме Аррениуса (от 30 марта 1887 г.) к Вант Гоффу, посланном из Бюргбурга, где он занимался у Колльрауша. В начале письма Аррениус объясняет причину того, что он только через полтора года от-

вечает на вышеприведенное письмо: он хотел сперва познакомиться с посланными к проф. Петерсону рукописями Вант Гоффа, но оказалось, что последние были уже пересланы в Академию, и Аррениусу пришлось дожидаться, когда они появятся в печати. При прочтении же их для Аррениуса многое стало ясным в вопросе о строении растворов. „Die Abhandlung, — пишет он, — hat mir nämlich in unerhörtem Grade Klarheit geschafft über die Konstitution der Lösungen.“

„Если бы, например, хлористый натрий ($NaCl$) вел себя нормально, т. е. состоял бы из простых молекул, то для него i должно было бы равняться единице. А так как i значительно больше единицы, то для объяснения этого мы найдем выход, предположив, что $NaCl$ отчасти диссоциирован, подобно тому, как принимают, что при высокой температуре молекула иода I_2 распадается на атомы“.

Далее Аррениус довольно подробно развивает основные положения своей теории. Сообщая Вант Гоффу о плане своих занятий во время заграничной командировки, он спрашивает, удобно ли будет для Вант Гоффа, если Аррениус приедет в Амстердам в начале 1898 г.?

Вант Гофф тотчас же по получении этого письма ответил (7 апреля 1887 г.) на письмо Аррениуса, и между ними завязывается оживленная переписка. Не останавливаясь на ней, приведем только даты следующих писем: письмо Аррениуса 13 апреля 1887 г. из Граца (где он занимался у Больцмана) и через 4 дня другое письмо (17 апреля 1887 г.), ответ Вант Гоффа 24 апреля 1887 г., затем письмо Аррениуса 12 июля 1887 г. В этих интересных письмах выяснились многие стороны теории растворов, прежде чем они появились в печати.

1887 год может быть отмечен как год, в коем было положено начало новой эпохи в теории физической химии: вышел I том „Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre“, издаваемый проф. Лейпцигского университета В. Оствальдом и проф. Амстердамского университета Вант Гоффом при участии многих выдающихся ученых. Из русских были привлечены к участию Д. И. Менделеев и Н. А. Меншуткин.

В третьем выпуске первого тома мы находим статью Аррениуса: „Einfluss der Neutralsalze auf die Reaktionsgeschwindigkeit der Verseifung von Aethylacetat“, содержащую результаты исследования, произведенного в рижской лаборатории В. Оствальда. В шестом выпуске находится исследование Аррениуса внутреннего трения разбавленных растворов („Ueber die innere Reibung verdünnter wässriger Lösungen“), начатое в той же лаборатории В. Оствальда, законченное в Бюргбурге у Кольрауша (статья датирована Graz, den 20 April 1887).

В девятом выпуске помещена классическая статья Вант Гоффа: „Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zwischen Lösungen und Gasen“; в последнем же выпуске (11 и 12) S. v. Arrhenius: Ueber die Dissociation der in Wasser gelösten Stoffe“ — перевод статьи, помещенной в трудах Стокгольмской академии 8 июля и 9 ноября 1887 г.

В своей классической статье Аррениус исходит из следующих положений:

1) Закон Вант Гоффа верен не только для непроводников, но и для электролитов, рассматривавшихся раньше как исключение.

2) Всякий электролит (в водном растворе) состоит частью из активных (в электролитическом и химическом отношении), частью из инактивных молекул, и последние по мере разбавления превращаются в активные, давая таким образом в бесконечно разбавленных растворах лишь активные молекулы.

Основываясь на этих положениях, он вычисляет для 90 веществ (неэлектролитов и электролитов) коэффициент i . Пользуясь криоскопическими данными Рауля для i , получается $i = \frac{t}{1,85}$, если t обозначает найденное для 1 моля в 1 л воды понижение температуры замерзания, а из электропроводности получается $i = 1 + (n - 1) \alpha$, если α — коэффициент активности (степень диссоциации), n — число ионов, на которые распадается одна молекула соли. При сравнении обоих рядов величин для i очевидно, что они для всех 90 тел близки между собой; для данной соли всегда

большему i (криоск.) соответствует большая величина i (электрол.), малому i (криоск.) — малое i (электрол.), в общем i (криоск.) = i (электрол.).

Таким образом многочисленный опытный материал двумя разными путями привел к подтверждению обоих вышеприведенных положений. Если же они верны, то отсюда вытекает следующий вывод:

„Если соль (в водном растворе) вполне диссоциирована на ионы, тогда большинство свойств этой соли должно представляться суммой свойств ионов, так как ионы друг от друга независимы, каждый ион, следовательно, обладает характерным свойством... Свойства разбавленных (водных) растворов слагаются аддитивно“. Аррениус подтверждает это на следующих явлениях: 1) на законе Гесса о термoneutralности разбавленных растворов различных солей; 2) на теплоте нейтрализации, равной для всех сильных оснований и сильных кислот; 3) на удельных объемах и удельном весе разбавленных растворов (Valson); 4) на молекулярном светопреломлении (Gladstone); 5) на электропроводности (закон независимых скоростей переноса ионов Ф. Кольрауша); 6) на понижении температуры замерзания (по Раулю такое есть аддитивное свойство).

Появление Zeitschrift für physikalische Chemie, а также переезд В. Оствальда в 1887 г. из Риги в Лейпциг способствовали разработке и популяризации теории растворов Вант Гоффа и Аррениуса. Подобно тому, как в начале XIX столетия в небольшой германский городок Гиссен в лабораторию Либиха стекались химики со всех концов Европы, так в последней четверти XIX века в лейпцигскую лабораторию к В. Оствальду съезжались ученые со всех концов мира, чтобы изучать новую науку: физическую химию.

Сюда же приехал Аррениус и в 1888—1889 гг. помогал В. Оствальду в качестве его личного ассистента. Работы лейпцигской лаборатории были направлены к разработке вопросов, связанных с новой теорией распада солей на ионы. 17 мая 1888 г. Вант Гофф написал письмо, адресованное: Herrn S. Arrhenius. Hauptagentur für Ionenspaltung. Brüderstrasse, 34, Leipzig (адрес лаборатории В. Оствальда).

В этом же дружеском письме он справляется о здоровье Аррениуса и В. Оствальда, пишет об их работах, которые ему доставили много удовольствия, и, говоря о работе Толленса об определении температуры замерзания растворов, прибавляет: „Для Европы наступает ледяной период“ („Es kommt faktisch eine Eisperiode über Europa“).

Теории Вант Гоффа и Аррениуса вначале, как и следовало ожидать, не встретили всеобщего признания: представление о распаде таких прочных соединений, как кислоты, соли и щелочи, противоречило установившимся воззрениям. Я никогда не забуду те горячие споры, которые происходили по поводу теории электролитической диссоциации в нашем химическом отделении Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, а также во время съездов русских естествоиспытателей и врачей. В этих прениях принимали участие такие видные представители русской науки, как академик Н. Н. Бекетов, мой учитель В. В. Марковников, проф. Казанского университета Ф. М. Флавицкий; все они нападали на тех начинающих ученых, которые решались выступить с пропагандой теории растворов.

Д. И. Менделеев выступил с резкой критикой обеих теорий (Вант Гоффа и Аррениуса). Во Франции они были встречены пренебрежительным молчанием.

Английские химики и физики — во главе с Пиккерингом, Армстронгом и другими защитниками теории гидратов — устроили специальное собрание Британской ассоциации в Лидсе в 1890 г., на которое пригласили Вант Гоффа, Аррениуса и Оствальда.

Оствальд описывает этот столь редкий в истории науки публичный спор следующим образом: „Первые дни говорили исключительно наши противники, так что до известной степени можно было думать, что мы уже потерпели поражение. Когда же после продолжительных и оживленных личных споров представители новых идей получили, наконец, слово и выступили на публичных заседаниях, картина сразу изменилась, так что мы могли расстаться с нашими хозяевами по-приятельски и не без сознания торжества победы“.

И вскоре теория Аррениуса начинает завоевывать все большее и большее внимание и проникает в самые разнообразные области, и в настоящее время мы знаем, что трудно указать область естествознания, которая в большей или меньшей степени не испытала на себе влияние теории электролитической диссоциации.

Сообразно с этим возрастила известность и слава Аррениуса и на него, можно сказать, сыпались награды и учёные отличия.

В 1902 г. он получает медаль Дэви, в 1903 г. Нобелевскую премию, в 1904 г. он получает приглашение в Америку прочесть курс лекций в Калифорнийском университете в Беркли. Курс этот под названием „Теории химии“ появился сперва в английском издании, а затем в немецком переводе (1906 г.) и в русском (1907 г.)

В 1911 г. Аррениус ездил опять в Америку читать лекции (Silliman Lectures) в Иэльском университете. Эти лекции изданы были под заглавием: „Theories of solutions“ („Теории растворов“). Американское химическое общество присудило ему медаль Уильярда Гиббса.

В этом же году он прочел ряд лекций в Сорбонне. В 1914 г. он получил фарадеевскую медаль, а в 1920 г. франклиновскую медаль. Трудно перечислить учёные общества, академии и университеты, в коих он был почетным членом: университеты Кембриджа, Оксфорда, Парижа, Гронингена и др. избрали его доктором honoris causa.

В 1909 г. к 25-летию теории электролитической диссоциации Московский университет, Московское общество испытателей природы и ОЛЕАиЭ избрали его почетным членом.

Летом 1909 г. в Стокгольме собрались почитатели и ученики Аррениуса, чтобы отпраздновать 25-летний юбилей со дня появления его докторской диссертации. Был издан особый юбилейный том (70-й): „Zeitschrift für physikalische Chemie: Jubelband II. Svante Arrhenius. Zur Feier des 25-jährigen Bestandes seiner Theorie der elektrolytischen Dissociation gewidmet von seinen Freunden und Schülern“.

Популярности Аррениуса много содействовали не только его выдающаяся научная деятельность, но и его

личные душевые качества. Я счастлив тем, что мне пришлось близко с ним познакомиться и быть его учеником.

В 1889 г. я был командирован с ученой целью за границу и в мае месяце поехал в лейпцигскую лабораторию В. Остwalda, где произвел свое первое исследование над электропроводностью неводных растворов, положившее начало моей докторской диссертации: „Современные теории растворов (Вант Гоффа и Аррениуса) в связи с учением о химическом равновесии“. 1891. Как производить измерение электропроводности, я учился у Аррениуса, и я горжусь тем, что с тех пор у нас установились дружеские отношения. Нельзя было, зная Аррениуса, не уважать и не любить его. Впоследствии мне не раз приходилось с ним встречаться на международных конгрессах и собраниях.

В декабре 1907 г. Аррениус приехал в Петербург на I Менделеевский съезд, на котором он был избран тов. председателя. Оттуда он предполагал приехать ко мне в Москву, но когда я в назначенный день собирался выехать к нему навстречу, на вокзал пришла телеграмма об его болезни.

В последний раз я виделся с ним в июне 1914 г. на праздновании 400-летия Гронингенского университета.

Когда в сентябре месяце 1927 г. я узнал, что мне предстоит поездка в Париж на празднование столетия дня рождения М. Бертело, то я с радостью думал о возможной встрече с Аррениусом, но... пришлось с болью в сердце прочесть об его кончине, наступившей 2 октября 1927 г.

Его не стало. Он ушел от нас, но его творения живут и его имя, наравне с именами Вант Гоффа и Остwalda, знаменует новую эпоху в развитии физической химии. Те, кому выпало на долю счастье знать Аррениуса, сохранят о нем память не только как о выдающемся ученом, но и человеке, привлекавшем своими душевными качествами и вызывавшем уважение и любовь всех, кому приходилось с ним встречаться.
