

УДК 541.133.08:547.36

## МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕНОСА КОЛИЧЕСТВА ЗАРЯДА – ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ РАСТВОРОВ ХЛОРОВОДОРОДА В Н-СПИРТАХ

Ангапов В.Д., Танганов Б.Б.

*Восточно-Сибирский государственный технический университет,  
Улан-Удэ*

Ранее авторами была показана применимость плазмopodobной теории растворов для расчетов эквивалентной электропроводности растворов различных электролитов в воде и этаноле. В данной статье были экспериментально измерены значения электропроводности хлороводорода в четырех н-спиртах (этаноле, пропаноле, бутаноле и пентаноле) при различных температурах (278-328K), а также получены расчетные значения электропроводности. Сделан вывод о хорошем соответствии расчетных данных экспериментальным.

**Ключевые слова:** электропроводность, плазмopodobная теория электролитов, хлороводород, н-спирты, этанол, пропанол, бутанол, пентанол

Существующие теории растворов электролитов не дают полной картины состояния молекул и ионов в произвольном растворителе. Исследователи сталкиваются с большими трудностями при нахождении таких ключевых характеристик ионов в растворе как число сольватации, радиус сольватированного иона и энергия межмолекулярных взаимодействий.

Ранее [1-3] была предложена плазмopodobная теория электролитов, которая описывает раствор ионогена как систему зарядов, колеблющихся с плазменной частотой, зависящей как от свойств самого электролита, так и от макроскопических параметров среды. Авторами было показано, что данная теория удовлетворительно описывает диссипативные свойства водных растворов неорганических солей.

Целью данной работы было проверить справедливость плазмopodobной теории электролитов в неводных растворителях, в качестве которых были выбраны четыре н-спирта (этанол, пропанол, бутанол и пентанол). В качестве электролита была выбрана хлороводородная кислота, в качестве измеряемого параметра – эквивалентная электропроводность. Хлороводород был выбран не случайно, поскольку, как известно, ион водорода обладает специфическим эстафетным механизмом переноса

в растворителях, и в настоящее время нет теории, достоверно описывающей его транспортные свойства.

### Экспериментальная часть

Все спирты марки х.ч. были предварительно обезвожены согласно стандартным методикам [4-6], окончательно высушены над молекулярными ситами (3Å), хранились в них же под вакуумом. Содержание воды по Карлу-Фишеру [7] не превышало 0,01%. Хлороводород был получен взаимодействием хлорида калия (хч) с концентрированной серной кислотой (хч), осушен пропусканием через две склянки с кислотой и под вакуумом пропускался через колбу со спиртом. Растворы готовились методом последовательных разбавлений по массе, исходные концентрации были установлены четырехкратным титрованием 0.1M водным раствором гидроксида калия (хч) под атмосферным давлением.

Установка для измерения электропроводности растворов электролитов состояла из трех основных элементов: измерительной части, кондуктометрической ячейки и термостата [8].

Для измерений использовалась вакуумная ячейка из пирекса с тремя плоскопараллельными круглыми платиновыми электродами, покрытыми платиновой чернью. Измерение сопротивления растворов

проводилось при частоте 1000 Гц. Для поддержания температуры в термостате использовалась схема с применением высокоточного регулятора температуры ВРТ-3 [9]. Точность поддержания температуры составляла  $\pm 0,01$  К. Константа ячейки была

установлена измерением сопротивления водных растворов КСl исследуемого диапазона концентраций. Полученные значения эквивалентной электропроводности приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Экспериментальные данные эквивалентной электропроводности хлороводорода в н-спиртах при различных температурах ( $\lambda$  [ $\text{См}\cdot\text{см}^2\cdot\text{моль}^{-1}$ ],  $C$  [моль/л]).

## 1. Этанол

278К		288К		298К		308К		318К		328К	
$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$
980,8	24,48	970,6	28,61	960,2	33,46	949,8	37,60	938,9	41,83	927,5	45,02
490,4	26,53	485,2	31,16	480,1	37,10	474,9	42,03	469,4	46,83	463,7	50,85
245,2	28,81	242,6	35,72	240,0	42,04	237,4	48,27	234,7	55,09	231,8	58,67
122,6	33,23	121,3	39,93	120,0	47,64	118,7	55,03	117,3	62,47	115,9	69,03
61,30	34,10	60,66	44,36	60,01	53,17	59,36	62,60	58,68	71,90	57,96	79,80
30,65	37,59	30,32	48,29	30,00	59,23	29,68	69,00	29,33	80,50	28,98	91,34
15,32	38,90	15,16	50,80	15,00	63,11	14,68	76,35	14,67	88,34	14,49	102,00
7,661	41,64	7,581	54,20	7,500	67,97	7,419	80,70	7,334	95,24	7,244	113,93
3,831	42,91	3,791	55,55	3,750	69,01	3,710	82,48	3,667	98,61	3,622	116,12
1,915	43,97	1,895	56,94	1,875	69,81	1,855	84,91	1,833	101,80	1,811	120,71
0,958	44,60	0,948	57,05	0,938	70,40	0,928	86,33	0,917	103,94	0,906	123,88
0,479	44,79	0,474	57,50	0,469	70,90	0,464	87,71	0,458	104,21	0,453	125,00
0	46,27	0	59,67	0	84,65	0	91,05	0	109,41	0	131,90

## 2. Пропанол

278К		288К		298К		308К		318К		328К	
$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$
3393	6,05	3359	7,09	3325	8,18	3290	8,84	3256	9,82	3222	10,60
846,8	7,50	838,4	9,23	829,8	11,60	821,2	12,60	812,6	14,10	804,2	16,10
423,4	8,77	419,2	10,80	414,9	13,10	410,6	15,10	406,3	17,20	402,1	18,90
211,7	9,25	209,6	11,70	207,5	14,50	205,3	18,20	203,2	20,60	201,0	22,20
105,8	10,60	104,8	14,10	103,7	17,30	102,6	20,50	101,6	23,50	100,5	27,42
52,92	12,20	52,39	15,70	51,86	19,40	51,32	24,90	50,79	29,20	50,26	32,91
26,46	13,60	26,20	17,80	25,93	24,20	25,66	30,00	25,39	34,90	25,13	39,79
13,23	14,80	13,10	19,10	12,97	25,70	12,83	32,60	12,70	41,40	12,56	48,20
6,615	16,21	6,549	21,00	6,482	27,40	6,414	34,60	6,348	44,90	6,282	52,59
1,653	18,60	1,637	24,00	1,620	32,00	1,603	41,20	1,586	52,00	1,570	63,50
0,827	20,40	0,818	25,90	0,810	35,30	0,802	44,40	0,793	54,40	0,785	69,01
0	23,24	0	29,07	0	38,78	0	50,10	0	59,90	0	78,36

## 3. Бутанол

278К		288К		298К		308К		318К		328К	
$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$	$C\cdot 10^4$	$\lambda$
897,1	4,85	889	5,72	880,9	6,54	872,8	7,10	864,7	7,72	856,6	7,96
448,6	5,46	444,5	6,62	440,5	7,54	436,8	8,37	432,3	8,94	428,3	9,05
224,3	5,86	222,3	7,34	220,2	8,63	218,2	9,77	216,2	10,50	214,2	10,70
112,1	6,43	111,1	8,15	110,1	9,95	109,1	11,40	108,1	12,40	107,1	12,80
56,07	7,71	55,56	9,88	55,06	12,00	54,55	14,00	54,04	15,40	53,54	15,90
28,04	8,92	27,78	11,80	27,53	14,50	27,28	17,50	27,02	19,60	26,77	20,70
14,02	10,50	13,89	13,70	13,76	17,10	13,64	20,70	13,51	23,70	13,38	25,60
7,009	12,40	6,945	15,59	6,880	20,49	6,819	25,30	6,755	29,40	6,690	32,41
3,504	12,60	3,473	17,30	3,440	23,00	3,409	28,90	3,378	34,70	3,350	39,01
1,752	12,90	1,736	18,30	1,720	24,60	1,704	32,20	1,689	40,90	1,673	46,50
0,876	13,30	0,868	18,59	0,860	25,60	0,852	34,40	0,844	43,90	0,837	52,90

0,438	13,70	0,434	18,80	0,430	26,09	0,426	36,20	0,422	46,90	0,418	56,41
0,219	14,00	0,217	19,50	0,215	27,40	0,213	38,50	0,211	51,09	0,209	64,50
0	15,08	0	19,58	0	27,95	0	41,69	0	57,34	0	75,86

4. Пентанол

278К		288К		298К		308К		318К		328К	
C·10 <sup>4</sup>	λ	C·10 <sup>4</sup>	λ	C·10 <sup>4</sup>	λ	C·10 <sup>4</sup>	λ	C·10 <sup>4</sup>	λ	C·10 <sup>4</sup>	λ
1330	2,50	1318	2,90	1306	3,36	1294	3,70	1282	3,83	1270	3,65
664,9	2,51	659,0	2,93	653,0	3,25	646,9	3,44	640,8	3,47	634,9	3,28
332,4	2,88	329,5	3,35	326,5	3,68	323,4	3,86	320,5	3,85	317,5	3,60
166,2	3,24	164,7	3,80	163,3	4,27	161,7	4,51	160,2	4,56	158,7	4,28
83,10	3,89	82,37	4,60	81,62	5,25	80,85	5,65	80,10	5,71	79,36	5,23
41,55	4,48	41,18	5,44	40,81	6,13	40,43	6,59	40,05	6,70	39,68	6,41
20,77	5,44	20,59	6,70	20,40	7,74	20,21	8,58	20,02	9,01	19,84	8,68
10,39	6,63	10,29	8,37	10,20	9,91	10,10	11,00	10,01	11,60	9,918	11,20
5,193	8,11	5,147	10,60	5,100	12,80	5,052	14,40	5,005	15,40	4,959	15,20
2,596	8,74	2,573	11,60	2,550	14,60	2,526	16,90	2,502	19,30	2,479	19,60
1,293	9,50	1,282	12,80	1,270	16,60	1,258	19,80	1,246	22,00	1,235	22,90
0,649	10,30	0,644	14,40	0,638	18,60	0,632	22,91	0,626	26,61	0,620	28,80
0	11,89	0	17,21	0	23,27	0	29,73	0	35,39	0	39,83

Погрешность определения константы ячейки не превышала 0,25%, суммарная погрешность определения эквивалентной электрической проводимости не превышала 1,4%.

Расчет эквивалентной электропроводности производился по уравнению плазменно-гидродинамической теории электролитов [10]:

$$\lambda = \alpha \frac{Fze^3}{4\epsilon U^2} \left( 1 + \frac{r_s}{r_D} \right) \left[ \frac{2}{\mu_s} \left( \frac{5}{2} RT - 2 \left( \frac{4\pi z^2 e^2 \hbar^2 CN_A}{1000\mu_0} \right)^{1/2} \right) \right]^{1/2} \cdot \exp \left( - \left( \frac{4\pi z^2 e^2 \hbar^2 CN_A}{1000\mu_0 k_B^2 T^2} \right)^{1/2} \right) \quad (1)$$

где F – постоянная Фарадея, z – эффективный заряд, e – элементарный заряд, ε – диэлектрическая постоянная среды, R – универсальная газовая постоянная, T – температура в К, ħ – постоянная Планка, C – эквивалентная концентрация электролита, моль/л, N<sub>A</sub> – постоянная Авогадро,

k<sub>B</sub> – постоянная Больцмана, U – энергия водородной связи растворителя, μ<sub>0</sub> – приведенная масса несольватированных ионов, μ<sub>s</sub> – приведенная масса сольватированных ионов (катиона и аниона), α – степень диссоциации электролита, r<sub>D</sub> – дебаевский радиус экранирования равный [10]:

$$r_D = \sqrt{\frac{250\epsilon k_B T}{\pi e^2 \alpha CN_A}} \quad (2)$$

r<sub>s</sub> – приведенный радиус сольватированных ионов [11,12]

$$rs(\text{иона}) = 2.409 \cdot 10^{-6} \left( \frac{z_i p n_s}{M_s R T^2} \right)^{1/3} \quad (3)$$

$$r_s = \frac{r_s(Kt) \cdot r_s(An)}{r_s(Kt) + r_s(An)}$$

где  $n_s$  – число сольватации равное [13-16]:

$$n_s = 4.8 \frac{z_i R_s^2}{r_i \rho} - 7.188 \cdot 10^{-5} \frac{\epsilon T R_s^2}{\rho} \quad (4)$$

В качестве степени диссоциации электролита нами было выбрано выражение:

$$\alpha = \lambda / \lambda_0 \quad (5)$$

Основные трудности при расчете электропроводности возникли в связи с двумя факторами:

1. Ион водорода, в отличие от ионов металлов, в протонных растворителях даже теоретически не может быть представлен в индивидуальном состоянии из-за его малого размера, поэтому не представляется возможным рассчитывать значение  $\mu_0$  (приведенной массы несольватированных ионов электролита) исходя из массы протона, равной единице. Необходимо делать определенные допущения о массе и радиусе иона водорода на основании знания его сольватации в соответствующих системах.

2. Энергия межмолекулярного взаимодействия молекул растворителя неизвестна для подавляющего большинства растворителей. Для спиртов она складывается из энергий специфического (водородной связи) и неспецифического (гидрофобного) взаимодействия.

Разберем эти проблемы отдельно.

Сольватация протона в спиртах. Проблеме сольватации иона водорода в спиртах посвящено большое количество публикаций. Наиболее интересные результаты были получены в [17,18], где спирто-

вые растворы неорганических кислот исследовались методом ИК-Фурье-спектроскопии. Исследуя непрерывное поглощение симметричной водородной связи в области  $2000 \text{ см}^{-1}$ , авторы получили, что в широком диапазоне концентраций (до 4-6 моль/л) сольватное число иона водорода в спиртах от метанола до бутанола находится в пределах  $2 \div 2.5$ . Здесь необходимо учесть, что ИК-спектроскопия чувствительна только к ближнему окружению иона, т.е. может дать информацию лишь о составе первой сольватной оболочки.

Таким образом, можно предположить в рамках плазмоподобной теории электролитов, что минимально сольватированному состоянию протона соответствует состояние с  $n_s = 2$ . Как будет видно в дальнейшем, в низших спиртах такое предположение вполне оправдано.

Ключевым параметром для расчета электропроводности является значение радиуса «несольватированного» протона. Расчеты с использованием кристаллографического радиуса атома водорода 0,98 приводят к неправдоподобным результатам. В данной публикации для расчетов использовался радиус протона равный:

$$r_s(\text{H}^+) = 0.26 \text{ \AA} + 2R_s$$

где  $R_s$  – радиус молекулы растворителя,  $r(\text{H}^+) = 0.26 \text{ \AA}$  [19]. Это приближенно соответствует строению симметричной водородной связи между протоном и двумя молекулами растворителя.

Энергия межмолекулярного взаимодействия ( $U$ ). Ранее значения  $U$  при 298К

и радиусы молекул воды и  $n$ -спиртов были вычислены методом множественной регрессии [20]. В данной публикации эти цифры были приняты за основу, а значения энергии при других температурах могут быть найдены из знания предельных электропроводностей следующим образом.

Таблица 2.

## Параметры сольватации HCl в n-спиртах

T, K	$n_s(H^+)$	$n_s(Cl^-)$	$M_s(H^+)$	$M_s(Cl^-)$	$\mu_s(HCl)$	$r_s(H^+), 10^{10} \text{ м}$	$r_s(Cl^-), 10^{10} \text{ м}$	$r_s(HCl), 10^{10} \text{ м}$	U (6), кДж/моль
EtOH									
278	1,388	5,978	64,84	310,49	53,64	1,61	2,63	1,00	34,36
288	1,410	6,000	65,84	311,49	54,35	1,59	2,57	0,98	31,18
298	1,459	6,049	68,10	313,75	55,96	1,57	2,52	0,97	27,96
308	1,447	6,038	67,58	313,23	55,59	1,53	2,46	0,94	26,75
318	1,463	6,054	68,31	313,96	56,11	1,50	2,41	0,93	25,08
328	1,477	6,067	68,92	314,57	56,54	1,48	2,36	0,91	23,41
PrOH									
278	1,644	8,115	99,66	522,41	83,69	1,49	2,54	0,94	46,73
288	1,707	8,178	103,41	526,17	86,43	1,48	2,49	0,93	43,35
298	1,773	8,243	107,35	530,11	89,27	1,46	2,44	0,91	38,96
308	1,840	8,311	111,40	534,16	92,18	1,45	2,39	0,90	35,57
318	1,909	8,380	115,56	538,32	95,14	1,44	2,35	0,89	33,82
328	1,980	8,451	119,81	542,57	98,14	1,42	2,31	0,88	30,81
BuOH									
278	1,935	9,502	144,22	738,65	120,66	1,44	2,44	0,90	56,97
288	1,938	9,504	144,38	738,81	120,78	1,40	2,38	0,88	51,37
298	2,065	9,631	153,79	748,22	127,57	1,40	2,34	1,65	45,90
308	2,131	9,698	158,71	753,15	131,09	1,39	2,30	0,86	38,50
318	2,197	9,764	163,57	758,01	134,54	1,37	2,25	0,85	34,15
328	2,262	9,829	168,38	762,81	137,93	1,35	2,21	0,84	30,93
AmOH									
278	2,286	11,070	202,15	1009,67	168,43	1,40	2,37	0,88	64,62
288	2,347	11,132	207,57	1015,09	172,33	1,38	2,32	0,87	55,92
298	2,412	11,196	213,26	1020,79	176,41	1,36	2,27	0,85	50,12
308	2,477	11,262	219,01	1026,53	180,50	1,35	2,23	0,84	46,19
318	2,546	11,330	225,04	1032,56	184,77	1,33	2,19	0,83	44,18
328	2,653	11,437	234,47	1041,99	191,40	1,35	2,19	0,83	43,01

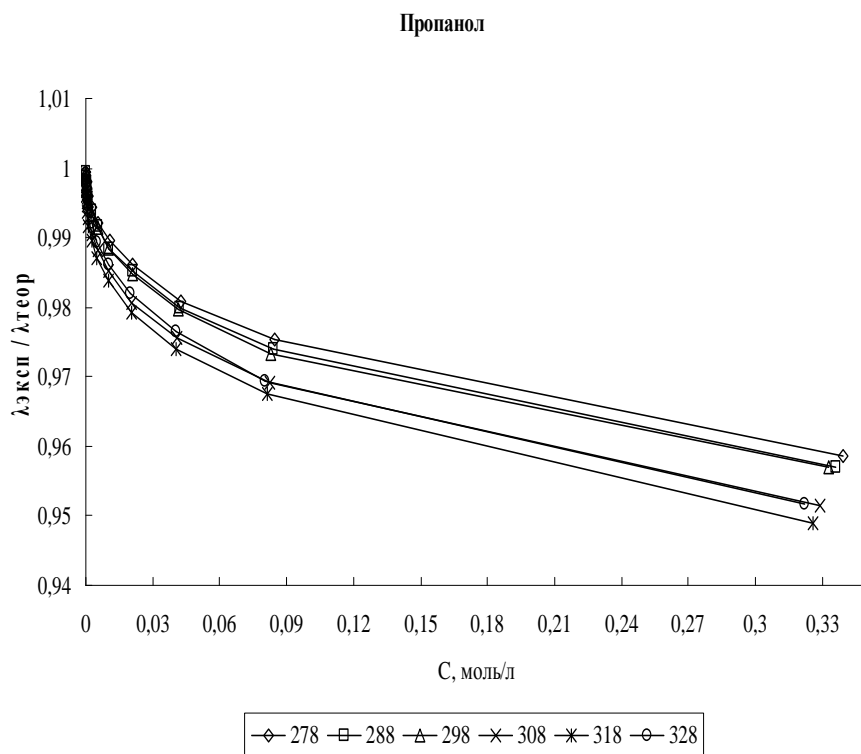
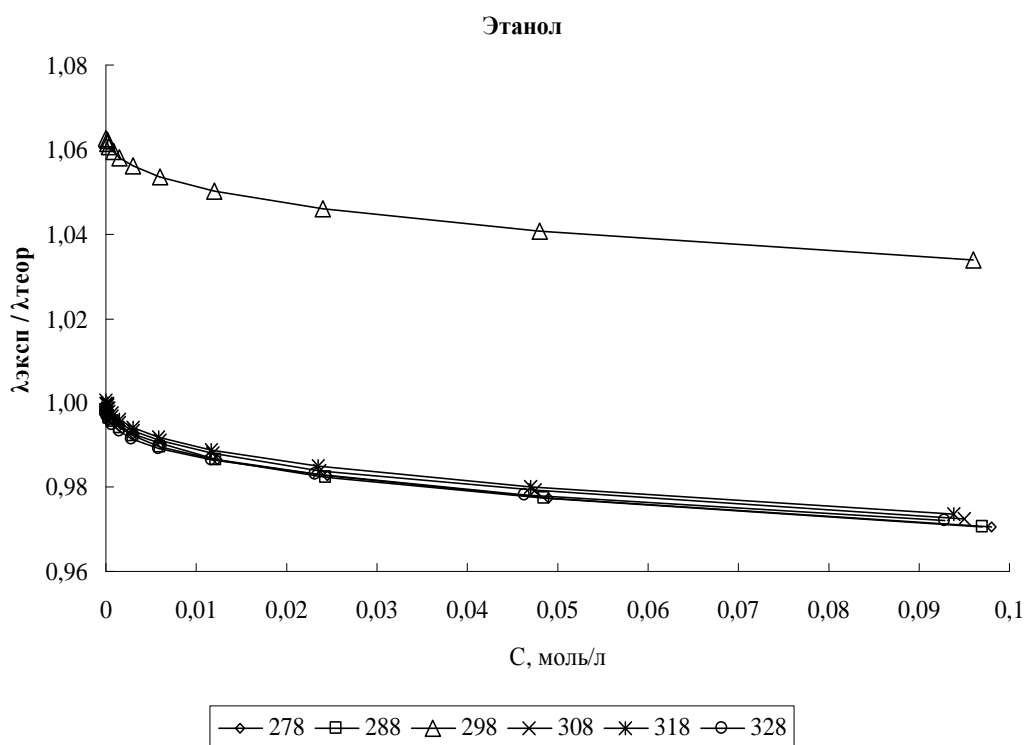
Если в (1) подставить значение  $C = 0$ , то получим выражение для расчета энергии межмолекулярного взаимодействия.

$$U = \left( \left( \frac{Fze^3}{4\epsilon\lambda_0} \right) \cdot \left( \frac{5}{2} \mu_s RT \right)^{1/2} \right)^{1/2} \quad (6)$$

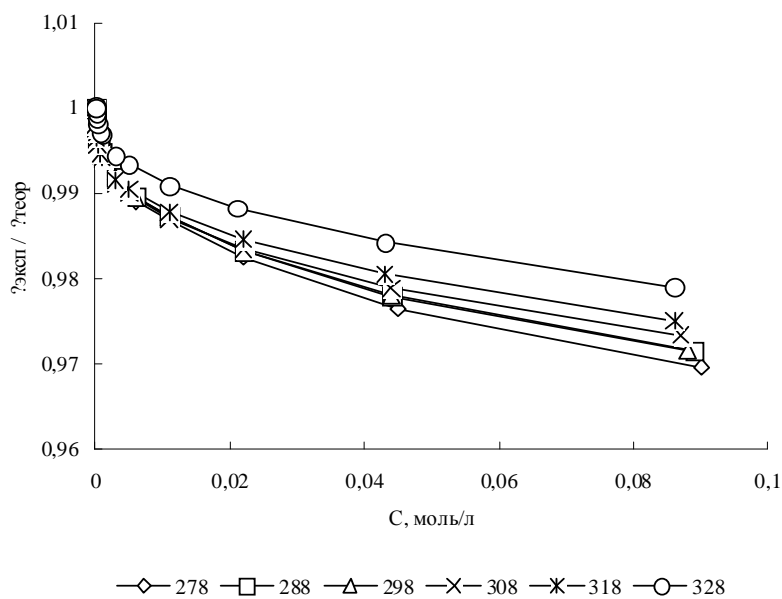
Таким образом, становится возможным расчет энергии межмолекулярного взаимодействия при любой температуре (табл. 2).

Расчет эквивалентной электропроводности. На основании найденных параметров сольватации хлороводорода были рассчитаны значения его эквивалентной электропроводности в соответствии с уравнением (1). В качестве критерия соответ-

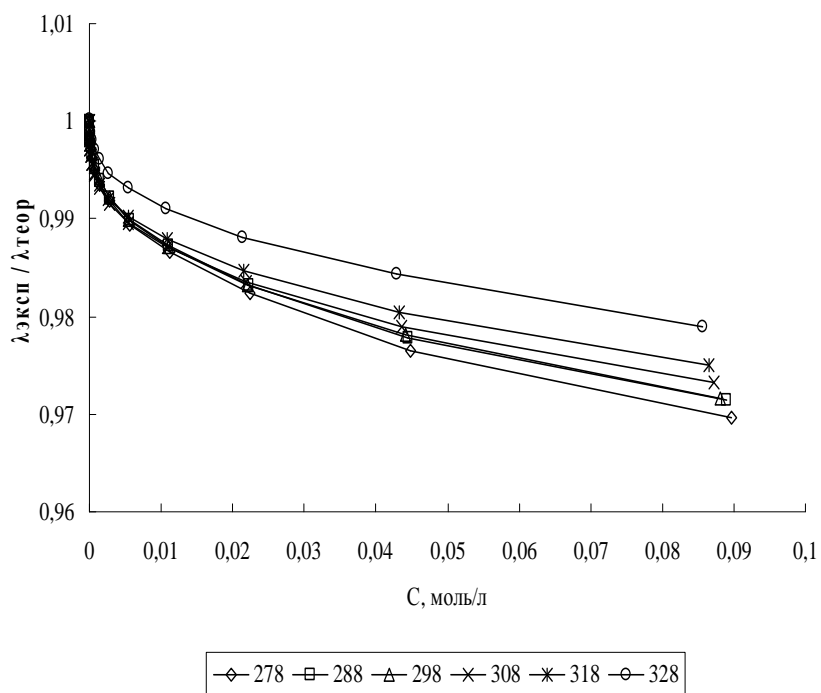
ствия теории эксперименту было выбрано соотношение  $\lambda_{\text{эксп}}/\lambda_{\text{теор}}$ , где теоретические значения – это значения, полученные по уравнению (1), а экспериментальные – это данные полученные нами. На рис. 1 представлены графики зависимости соотношения  $\lambda_{\text{эксп}}/\lambda_{\text{теор}}$  во всем диапазоне концентраций для четырех исследованных спиртов в изучаемом диапазоне температур.

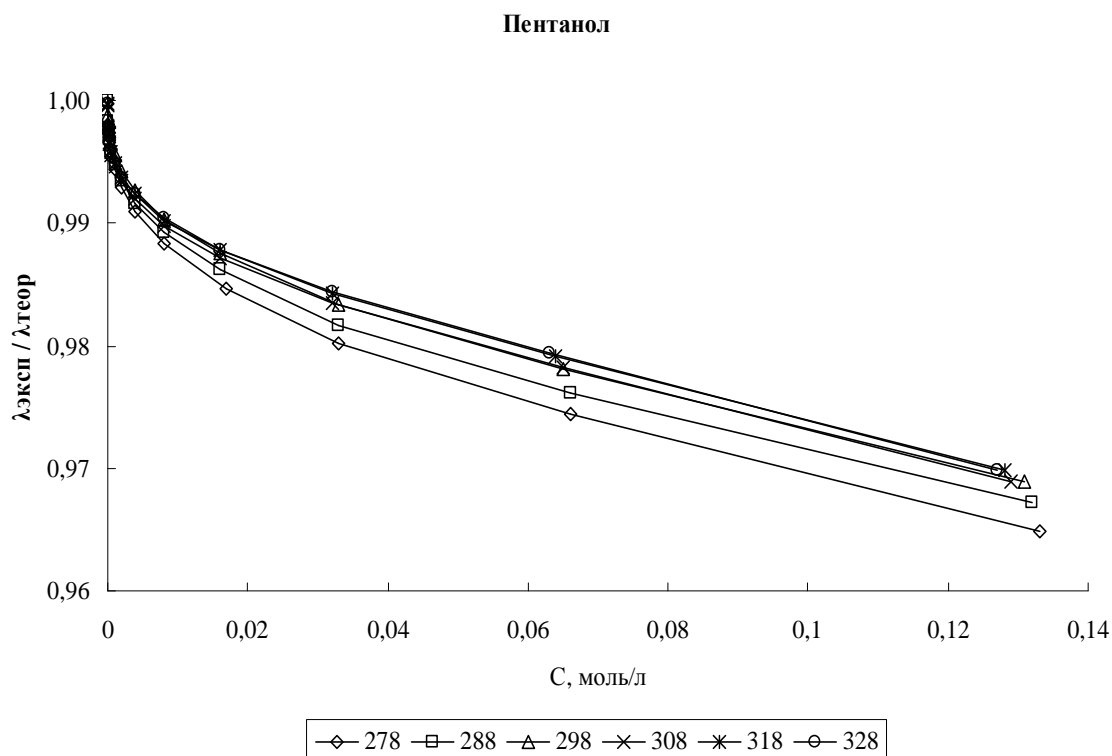


Бутанол



Бутанол



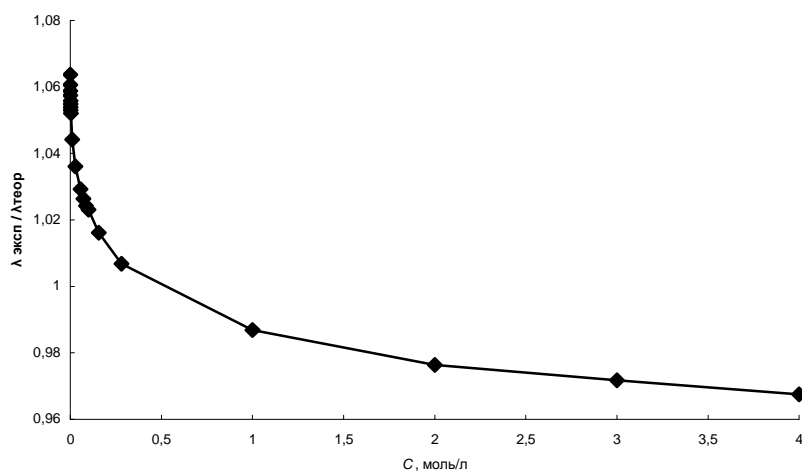


**Рис. 1.** Концентрационная зависимость соотношения  $\lambda_{\text{эксп}}/\lambda_{\text{теор}}$  в различных спиртах при различных температурах

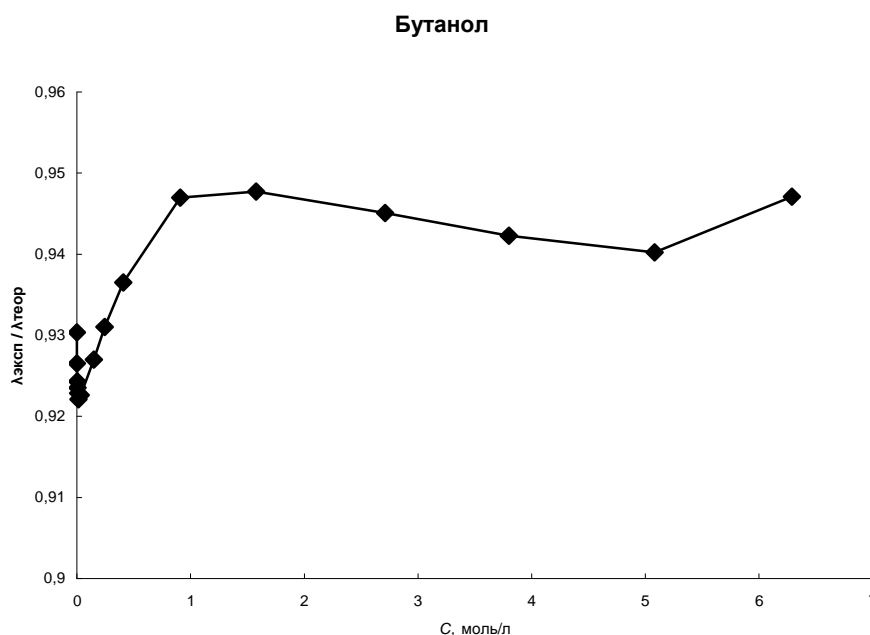
Как видно из графика, лишь для этилового спирта соотношение расчетных и литературных значений превышает единицу. Это объясняется тем фактом, что для этанола при 298К было взято литературное значение энергии межмолекулярного взаимодействия (27,96 КДж/моль), а для всех

остальных спиртов значение энергии было получено по ур. (3) из знания предельной электропроводности HCl в этих спиртах. Очевидно, что в таком случае соотношение  $\lambda_{\text{эксп}}/\lambda_{\text{теор}}$  при бесконечном разбавлении ( $C = 0$ ) будет в точности равно единице (см. ур. 3).

#### Этанол







**Рис. 2.** Концентрационная зависимость соотношения  $\lambda_{\text{эксп}}/\lambda_{\text{теор}}$  в этаноле и бутаноле при высоких концентрациях хлороводорода ( $T=298\text{K}$ )

Также для полноты картины были проведены расчеты эквивалентной электропроводности в области высоких концентраций кислоты. В качестве литературных были выбраны данные из [21]. На рис. 2 показаны графики концентрационной зависимости  $\lambda_{\text{эксп}}/\lambda_{\text{теор}}$  при 298K для этанола и бутанола.

Анализируя рис. 1 и 2 можно сказать, что расхождение между экспериментальными и расчетными величинами даже при высоких концентрациях составляет порядка нескольких процентов во всех спиртах. Это говорит о том, что в рамках сделанных предположений плазмоподобная теория электролитов хорошо описывает электропроводность хлороводорода в данных четырех n-спиртах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Мохо-соев М.В. Плазмоподобное состояние растворов электролитов и диссипативные процессы // Доклады АН СССР. – 1989. – Т. 308. – №2. – С. 397-400.
2. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Мохо-соев М.В. Электропроводность растворов и кинетическое уравнение Больцмана // Журнал физической химии. – 1990. – Т.64. – №1. –

С. 88-94; Russian J.Phys.Chem. -1990.-V.64(1).-P.46-49.

3. Балданов М.М., Балданова Д.М. Жигжитова С.Б., Танганов Б.Б. Плазменно-гидродинамическая теория растворов электролитов и электропроводность // Доклады АН ВШ России.-2006.- № 1. -С.25-32.

4. Вайсбергер А., Проскауэр Э., Риддик Дж., Тупс Э. Органические растворители /Пер. с англ. М.: Издательство. - 1958.- 519 с.

5. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. - М.: Мир.-1976.- 541 с.

6. Крешков А.П. Аналитическая химия неводных растворов. -М.:Химия.- 1982.-120 с.

7. Танганов Б.Б. Биамперометрическое определение содержания воды в неводных растворителях - модифицированный метод К.Фишера// Сб. "Химия и хим. технология", с.46-50 (Рукоп.депонир.в ОНИИ-ТЭХИМ,Черкассы,1984, №976хп-Д84)

8. Пацация Б.К. Подвижность и ассоциация однозарядных ионов в апротонных растворителях при 233 – 318 К. Дисс....канд. хим. наук: Иваново. 1991. 180с.

9. Кинчин А.Н., Колкер А.М., Крестов Г.А. Калориметрическая установка с безжидкостной термостатирующей оболочкой для измерения теплот растворения веществ при низких температурах. // Ж. физ. химии. 1986. Т.60. С.782-783.

10. Балданов М.М., Балданова Д.М. Жигжитова С.Б., Танганов Б.Б. Плазменно-

гидродинамическая теория растворов электролитов и электропроводность // Доклады АН ВШ России.-2006.- № 1. -С.25-32

11. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Иванов С.В. Дисперсионное уравнение Власова и радиусы сольватированных ионов в метаноле// Журнал общей химии.- 1994.-Т.64.- №1.- С.32-34.

12. Балданов М.М., Балданова Д.М., Жигжитова С.Б., Танганов Б.Б. К проблеме радиусов гидратированных ионов // Доклады АН ВШ России.-2006.-Вып.2.-С.32-37.

13. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Мохосоев М.В. Неэмпирический расчет сольватных чисел ионов в растворах // ДАН СССР. – 1989.- Т.308.- №1.- С.106-110.

14. Балданов М.М., Танганов Б.Б. К проблеме сольватных чисел и масс сольватированных ионов в спиртовых растворах // Журнал физической химии. – 1992. – Т.66. – №4. – С.1084-1088; Russian J.Phys.Chem. – 1992. – V.66(4)/-P.572-574.

15. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Мохосоев М.В. Неэмпирический расчет сольватных чисел ионов в растворах // Межвузовский сб. “Проявление природы растворителя в тер-

модинам.свойствах растворов”.- Иваново.- 1989.-С.66-70.

16. Балданов М.М., Танганов Б.Б. Расчет сольватных чисел ионов в неводных средах // Журнал общей химии. - 1992. - Т.63. - №8. - С.1710-1712.

17. Russian Chemical Bulletin, Vol. 47, No. 12, December. 1998

18. A. A. Pankov, V. Yu. Borovkov, and V. B. Kazartskii. Dokl Akad. Nauk SSSR, 1981, 258, 902 [Dokl Chem., 1981, 258 (Engl. Transl.)].

19. Э.Я. Мэлвин-Хьюз. Физическая химия (книга II).-М.: Издательство, 1962.-С.756.

20. Танганов Б.Б. Взаимодействия в растворах электролитов: моделирование сольватационных процессов, равновесий в растворах полиэлектролитов и математическое прогнозирование свойств химических систем (монография). // М.: Изд. «Академия естествознания», 2009. - 141 с.

21. Новый справочник химика и технолога. Химическое равновесие. Свойства растворов. // СПб.: Изд. НПО "Профессионал", 2004. – 907, 913 с.

#### MODEL FOR CHARGE TRANSFER – ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF HYDROGEN CHLORIDE SOLUTION IN N-ALCOHOLS

Angapov V.D., Tanganov B.B.

*East-Siberian State Technical University, Ulan-Ude*

Usefulness was been previously shown of plasma-like solution theory for the molar electrical conductivity calculation of aqueous and ethanol solutions of different electrolytes. In the present article values of electrical conductivity were measured for the hydrogen chloride solution in four n-alcohols (ethanol, propanol, butanol and pentanol) at different temperatures (278-328K) and then compared to the calculated values. It is concluded that calculated values are in good agreement with the experimental data.

Keywords: electrical conductivity, plasma-like solution theory, hydrogen chloride, n-alcohols, ethanol, propanol, butanol, pentanol.

## ЗНАЧЕНИЕ ТВОРЧЕСТВА Р. ГАМЗАТОВА, КАК ВАЖНОЕ СРЕДСТВО ЭСТЕТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Мухидинова Б.Ш.

*Дагестанский государственный педагогический университет,  
Махачкала*

**В статье рассматриваются проблемы эстетического воспитания школьников, какую роль может играть в эстетическом воспитании подрастающего поколения творчество Расула Гамзатова.**

**Ключевые слова:** эстетическое воспитание, культура, искусство, образование, творчество Р. Гамзатова

Сегодня в образовательно-воспитательной деятельности школьников особый интерес для нас представляют произведения классиков литературы о нравственном и эстетическом воспитании учащихся. Несмотря на то, что в настоящее время многие жизненные приоритеты меняются, утрачиваются некоторые ценности, меняется образ жизни людей, значение творчества классиков литературных произведений остаются актуальными и востребованными.

Развивать у ребенка те или иные нравственные, эстетические ориентиры, объяснять ему что красиво, а что не красиво, как следует поступать в том или ином случае, в наше время непросто.

Проблема нравственного, эстетического воспитания детей актуальна и вместе с тем очень сложна. Как не загубить в маленьком ребенке тот потенциал нравственности, который заложен в нем самой природой. Как научить благородно поступать в различных жизненных ситуациях? Где найти источники нравственного и эстетического обогащения ребенка? На эти вопросы сложно дать всеобъемлющий ответ.

Сегодня школа, естественно, играет особую роль в эстетическом воспитании и нравственных чувств учащихся. Сегодня только одно школьное воспитание, разумеется, не составляет всего воспитания народа.

Однако, задача школы – максимально приблизиться к общественным условиям жизни, не изолировать воспитание от жизни. Ушинский подчеркивал, что «воспитание семейное и общественное, вместе

с влиянием литературы, общественной жизни и других общественных сил, может иметь сильное решительное влияние на образование нравственного достоинства в человеке». (Ушинский К.Д. Собрание сочинений. В 11 т. Т. 2. М.; Л., 1948. С. 431.)

Наша страна переживает сегодня тяжелые времена, традиционные нравственные ориентиры утрачиваются и в общественное сознание внедряются новые жизненные ценности. В этой ситуации становится остро необходимой моральная опора, которую можно найти, прежде всего, в чистых источниках духовного богатства. Сегодня очень важно понять, какова роль художественной литературы как источника духовного обогащения, эстетического воспитания ребенка.

Тема нашей работы сформировалась на основе особого отношения к художественным классическим произведениям искусства и литературы. Произведения классиков, по нашему убеждению, это источник раскрытия нравственной красоты человеческих качеств личности: гуманизма, мужества, честности, трудолюбия, чувства дружбы и товарищества; источник эстетической красоты; показ неповторимой красоты. Именно классические произведения способны ориентировать ребенка на те нравственные эстетические ценности, которые являются вечными и непоколебимыми.

Значение творческих произведений И.А. Бунина, Л.Н. Толстого, И.С. Тургенева, Д.Н. Мамина-Сибиряка, С.Т. Аксакова, А.П. Чехова, Н.В. Гоголя, А.И. Куприна, Ч. Айтматова, Д. Кугультинова, Р. Гамза-