

П. БАЖУЛИН

**ПОГЛОЩЕНИЕ УЛЬТРААКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН
В ЭЛЕКТРОЛИТАХ**

(Представлено академиком Л. И. Мандельштамом 2 III 1938)

В настоящей заметке приводятся предварительные результаты измерения поглощения ультразвука в растворах электролитов и зависимости его от частоты и концентрации.

Результаты получены с помощью методики, описанной автором раньше (1).

В табл. 1 даны результаты измерений для различных электролитов при одной и той же частоте $\nu = 30\,500$ кГц. При этом M обозначает молекулярный вес катиона, α —коэффициент поглощения для амплитуды в см^{-1} , γ —концентрация раствора электролита в молях на 1 л раствора, $\Delta\alpha$ —разность между экспериментальным значением α для электролита и чистой водой. Среднее значение $\frac{\alpha}{\sqrt{2}}$ для двукратно дистиллированной воды в интервале $19\,000 - 37\,000$ кГц равно $28 \cdot 10^{-17}$.

В табл. 2 приведены результаты измерений зависимости поглощения α от концентрации и частоты для растворов MgSO_4 .

В табл. 3 приведена зависимость поглощения от концентрации для MnSO_4 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ для частоты $\nu = 30\,500$ кГц. Температура изменялась во время работы от 21 до 24° .

Таблица 1

№	Раствор	t °C	M	γ	α	$\frac{\alpha}{\sqrt{2}} \cdot 10^{17}$	$\frac{\Delta\alpha}{\sqrt{2}} \cdot 10^{17}$	$\frac{\Delta\alpha}{M\sqrt{2}} \cdot 10^{19}$
1	KCl	24	39.1	1.00	0.11	27*	—	—
2	NaCl	18.5—19	23	0.98	0.25	27	—	—
3	KBr	16—17	39.1	1.00	0.26	28	—	—
4	NaNO ₃	20	23	1.00	0.25	27	—	—
5	KNO ₃	17	39.1	1.00	0.25	27	—	—
6	AgNO ₃	19—20.5	107.9	0.94	0.29	31	—	—
7	MgCl ₂	16—16.5	24.3	0.50	0.30	32	—	—
8	SrCl ₂	17.5—18.5	87.6	0.43	0.29	31	—	—
9	Cu(NO ₃) ₂	19—20	63.6	0.50	0.33	35	7	11
10	Cd(NO ₃) ₂	18—19	112.4	0.50	0.34	37	9	8
11	Pb(NO ₃) ₂	18—19	207.2	0.50	0.46	49	21	10

№	Раствор	t °C	M	γ	α	$\frac{\alpha}{\nu^2} \cdot 10^{17}$	$\frac{\Delta\alpha}{\nu^2} \cdot 10^{17}$	$\frac{\Delta\alpha}{M\nu^2} \cdot 10^{19}$
12	(NH ₄) ₂ SO ₄	17—17.8	17.0	0.50	0.37	40	—	—
13	Na ₂ SO ₄	17—18	23	0.50	0.49	53	—	—
14	K ₂ SO ₄	17—17.5	39.1	0.50	0.39	42	—	—
15	MgSO ₄	20—21	24.3	0.122	0.35	38	10	41
16	MnSO ₄	21—23	54.9	0.125	0.53	57	29	53
17	NiSO ₄	19—21	58.7	0.125	0.46	49	21	36
18	CuSO ₄	20—22	63.6	0.125	0.53	57	29	46
19	CdSO ₄	22—23.5	112.4	0.125	0.64	69	41	36

* $\nu = 20\ 100$ kHz.

Таблица 2

№	Частота в kHz	t °C	γ	α	$\frac{\alpha}{\nu^2} \cdot 10^{17}$	$\frac{\Delta\alpha}{\nu^2} \cdot 10^{17}$
1	36 990	20—22.5	0.061	0.46	34	6
2	30 550	21—24	0.061	0.29	31	3
3	20 670	19.5—20	0.061	0.13	30	2
1	36 990	21—21.7	0.122	0.54	40	12
2	30 550	20—21	0.122	0.35	38	10
3	24 010	22—23	0.122	0.19	33	5
4	20 670	22—23	0.122	0.14	33	5
1	36 990	20—21.8	0.183	0.61	45	17
2	30 550	19.8—20.5	0.183	0.39	42	14
3	20 640	22—22.8	0.183	0.17	40	12
1	30 550	20—21	0.243	0.44	47	19
2	20 670	22—23	0.243	0.19	45	17
3	17 340	23—24	0.243	0.14	47	19
1	30 550	21—21.8	0.365	0.50	54	26
1	30 550	19—21	0.487	0.69	74	46
2	20 640	22.8	0.487	0.33	78	50
3	19 030	21.5—22	0.487	0.29	80	52
4	17 340	21	0.487	0.25	83	55
1	20 640	22.5	0.974	0.47	110	82
2	19 030	22	0.974	0.41	113	85
3	15 670	21.8	0.974	0.27	110	82
4	12 410	21.5	0.974	0.17	110	82

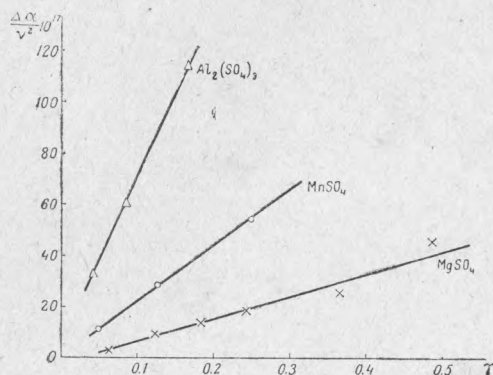
Таблица 3

№	γ моль/литр	MnSO ₄			Al ₂ (SO ₄) ₃		
		α	$\frac{\alpha}{\gamma^2} \cdot 10^{17}$	$\frac{\Delta\alpha}{\gamma^2} \cdot 10^{17}$	α	$\frac{\alpha}{\gamma^2} \cdot 10^{17}$	$\frac{\Delta\alpha}{\gamma^2} \cdot 10^{17}$
1	0.041				0.57	61	33
2	0.050	0.36	39	11	0.82	88	60
3	0.084				1.32	142	114
4	0.125	0.53	57	29			
5	0.165						
6	0.250	0.76	82	54			

Приведенные результаты для MnSO₄ показывают, что зависимость α от частоты в этом интервале примерно квадратичная. Правда, для малых концентраций, как будто, имеются систематические отклонения, но пока о реальности этих отклонений судить преждевременно.

Из табл. 2 и 3 видно, что $\frac{\Delta\alpha}{\gamma^2}$ примерно пропорциональна концентрации. Пропорциональность достаточно хорошо иллюстрируется графиком (фигура).

Результаты измерений, приведенные в табл. 1, показывают, что для солей с одновалентным катионом и анионом в исследованном интервале



частот и концентраций сколько-нибудь заметных изменений α по сравнению с водой не наблюдается. При переходе к трехионным электролитам с двухвалентным катионом и одновалентным анионом (или наоборот) α становится заметно больше, чем у чистой воды. При переходе к бинарным двухвалентным электролитам несмотря на малые концентрации замечаем еще более резкое повышение коэффициента поглощения; так например, для CdSO₄ при $\gamma = 0.125 \frac{\text{моль}}{\text{литр}}$ $\frac{\alpha}{\gamma^2}$ примерно в 2.5 раза больше, чем у воды. У соли трехвалентного алюминия Al₂(SO₄)₃ поглощение еще больше, чем у MgSO₄.

Из той же табл. 1 видно, что для электролитов с одним и тем же анионом и при одной и той же концентрации коэффициент абсорбции α возрастает с повышением молекулярного веса катиона. Исключение представляют сернокислые соли с одновалентным катионом (K₂SO₄, Na₂SO₄).

Таким образом из приведенного материала можно заключить, что α растет, во-первых, при возрастании молекулярного веса иона и, во-вторых, при возрастании его валентности.

Сейчас преждевременно пытаться давать полную теорию явления. Однако наличие зависимости от молекулярного веса заставляет подозревать, что здесь играет роль инерция ионов при их движении относительно растворителя. Учитывающая подобное явление теория распространения звука в суспензиях или эмульсиях была дана С. М. Рытовым, В. В. Владимирским и М. Д. Галаниным. Заметим, что применение их формул к раствору дает правильный порядок величины $\Delta\alpha$. Правда, в этой точке зрения остается непонятным возрастание α с увеличением заряда иона (его валентности). Возможно, что это обстоятельство может быть понято, если применить представления Дебая о том, что вблизи иона благодаря действию электростатических сил растворитель находится в сильно уплотненном состоянии⁽⁴⁾, поэтому эффективная масса иона должна быть больше при большем его заряде, так как увлекаемая ионом жидкость в этом случае должна иметь большую плотность.

Физический институт им. П. Н. Лебедева.
Академия Наук СССР.
Москва.

Поступило
9 III 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ P. Bažulin, Phys. ZS. d. Sowjetunion, 8, 354 (1935). ² П. Бажулин, ДАН, III, 283 (1936). ³ П. Бажулин, ДАН, XIV, 273 (1937). ⁴ P. Debye, Festschrift von H. Zangger, II Teil, 877 (1935).