

Основные физические свойства растворов некоторых солей.

1. Плотность и коэффициент объемного расширения растворов

Плотность растворов $\rho(t)$ и коэффициент объемного расширения $\beta(t)$ в диапазоне температур $0 \div 100^\circ\text{C}$ могут быть вычислены по формулам:

$$\lg(\rho(t)) = \lg(\rho_{H_2O}(t)) + (a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2) \cdot x$$

$$\beta(t) = -\frac{\rho'(t)}{\rho(t)}$$

Где, $\rho(t)$ - плотность раствора, кг/м^3 ;

$\beta(t)$ – коэффициент объемного расширения, $1/\text{K}$;

x – концентрация растворенного вещества, $\text{кг_соли/кг_раствора}$;

t – температура, $^\circ\text{C}$;

a_0, a_1, a_2 , – коэффициенты, приведенные в таблице 1

$\rho_{H_2O}(t)$ – плотность воды при заданной температуре, кг/м^3 .

Таблица 1

Растворенное вещество	$a_0 \cdot 10^4$	$a_1 \cdot 10^6$	$-a_2 \cdot 10^8$
CaCl_2	3518,10	463,51	270,30
K_2CO_3	3658,27	484,43	274,16
KCl	2579,40	657,08	402,14
KOH	3589,98	406,64	271,68
MgCl_2	3372,00	791,13	324,26
NH_4Cl	1126,89	587,31	319,05
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2302,10	559,82	327,34
NaCl	2889,19	614,36	447,68
Na_2SO_4	3669,39	701,87	398,19
Na_2CO_3	4221,32	424,62	387,14
NaOH	3937,43	370,31	271,64
KNO_3	2739,01	68,47	221,32
MgSO_4	4362,22	86,50	161,57
NH_4NO_3	1904,83	-248,78	77,72
CuSO_4	4690,88	-364,49	249,85
NaNO_3	2978,91	-48,30	125,17

2. Вязкость растворов солей.

Вязкость растворов $\mu(t)$ в диапазоне температур $0 \div 100^\circ\text{C}$ может быть вычислена по формуле:

$$\lg(\mu(t)) = \lg(\mu_{\text{H}_2\text{O}}(t)) + (d_0 + d_1 \cdot t + d_2 \cdot t^2) \cdot x$$

Где:

μ - динамический коэффициент вязкости раствора, Па·с;

x - концентрация растворенного вещества, кг_соли/кг_раствора;

t - температура, $^\circ\text{C}$;

d_0, d_1, d_2 - коэффициенты, приведенные в таблице 2

$\mu_{\text{H}_2\text{O}}(t)$ - вязкость воды при заданной температуре, Па·с.

Может быть рассчитана по формуле: $\mu_{\text{H}_2\text{O}}(t) = 0,59849 \cdot (43,252 + t)^{-1,5423}$

Таблица 2

Растворенное вещество	$d_0 \cdot 10^2$	$d_1 \cdot 10^4$	$d_2 \cdot 10^9$
CaCl ₂	148,28	-13,30	-3648,23
K ₂ CO ₃	146,67	4,80	-245,24
KCl	-8,76	71,30	9,97
KOH	118,70	17,06	-1098,35
MgCl ₂	217,86	-38,25	4170,79
NH ₄ Cl	-20,28	83,11	-910,40
(NH ₄) ₂ SO ₄	73,59	44,64	-409,06
NaCl	89,22	17,96	-45,46
Na ₂ SO ₄	147,69	8,58	-1356,01
Na ₂ CO ₃	310,88	-134,83	-2149,19
NaOH	347,89	-122,35	544,64
KNO ₃	-21,42	65,80	10,0
MgSO ₄	287,02	-74,88	130,777
NH ₄ NO ₃	-18,55	94,08	150,0
CuSO ₄	206,92	-58,83	146,58
NaNO ₃	52,32	26,94	0,0

3. Теплоемкость растворов солей.

Теплоемкость растворов $c(t)$ в диапазоне температур $0 \div 100^\circ\text{C}$ может быть вычислена по формуле:

$$c(t) = c_{\text{H}_2\text{O}}(t) + (B_0 + B_x \cdot x + B_t \cdot t + B_2 \cdot t^2) \cdot x$$

Где:

c – удельная теплоемкость раствора, Дж/кг·К;

x – концентрация растворенного вещества, кг_соли/кг_раствора;

t – температура, $^\circ\text{C}$;

B_0, B_x, B_t, B_2 – коэффициенты, приведенные в таблице 3

$c_{\text{H}_2\text{O}}(t)$ – удельная теплоемкость воды, Дж/кг·К.

Может быть рассчитана по формуле: $c_{\text{H}_2\text{O}}(t) = 4223,6 + 2,476 \cdot t \cdot \lg(t/100)$

Таблица 3

Растворенное вещество	$-B_0$	B_x	B_t	$-B_2 \cdot 10^3$
CaCl_2	6497,23	5563,05	6,36	17,92
K_2CO_3	5086,14	2161,24	6,62	5,51
KCl	5230,02	2939,03	-0,21	16,52
KOH	5345,49	2356,87	10,43	4,76
MgCl_2	6530,30	4804,79	5,64	19,79
NH_4Cl	5087,59	3829,86	5,61	17,89
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4663,14	2938,54	5,52	7,43
NaCl	5479,43	7878,33	3,14	23,35
Na_2SO_4	5364,78	5043,73	13,45	24,10
Na_2CO_3	4187,41	4760,10	6,66	8,25
NaOH	5297,21	6942,68	14,84	14,15
KNO_3	4293,94	2585,00	-3,69	5,26
MgSO_4	6277,72	9435,90	12,00	7,90
NH_4NO_3	3287,70	1136,94	-0,81	-6,5
CuSO_4	5100,71	1967,28	15,46	-16,69
NaNO_3	3369,37	2213,59	-0,3	91,95

4. Температура кипения растворов солей.

Температура кипения $t_k(P)$ растворов в диапазоне давлений 0,01-0,5 МПа может быть вычислена по формуле :

$$t_k(P) = \frac{1669,6}{10,088 - \lg(P) + \lg(a \cdot x^2 + b \cdot x + 1)} - 228,4$$

Где:

t_k – температура кипения раствора;

x – концентрация растворенного вещества, кг_соли/кг_раствора;

P – давление, Па;

a, b – коэффициенты, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Растворенное вещество	$a \cdot 10$	$b \cdot 10^2$
CaCl ₂	-16,0	-56,5
K ₂ CO ₃	-13,0	-13,7
KCl	-6,9	-46,8
KOH	-17,0	-74,6
MgCl ₂	-35,0	-41,7
NH ₄ Cl	-4,7	-65,4
(NH ₄) ₂ SO ₄	-3,9	-25,6
NaCl	-11,0	-61,4
Na ₂ SO ₄	-3,9	-24,1
Na ₂ CO ₃	-1,7	-44,5
NaOH	-14,0	-98,2
KNO ₃	-3,4	23,8
MgSO ₄	-8,2	-18,2
NH ₄ NO ₃	-3,1	-41
Cu SO ₄	-8,2	71
NaNO ₃	-4,6	-39

5. Теплопроводность растворов солей.

Теплопроводность $\lambda(t)$ растворов в диапазоне температур $0 \div 100^\circ\text{C}$ может быть вычислена по формуле:

$$\lambda(t) = \lambda_{\text{H}_2\text{O}}(t) \cdot (1 - B \cdot x)$$

Где:

λ – теплопроводность раствора, Вт/м·К;

x – концентрация растворенного вещества, кг_соли/кг_раствора;

t – температура, $^\circ\text{C}$;

B – коэффициент, приведенный в таблице

$\lambda_{\text{H}_2\text{O}}(t)$ – теплопроводность воды, Вт/м·К.

Таблица 5

Растворенное вещество	$B \cdot 10^3$	Растворенное вещество	$B \cdot 10^3$
CaCl_2	69,74	Na_2SO_4	425,72
K_2CO_3	180,14	Na_2CO_3	143,84
KCl	104,35	NaOH	-128,84
KOH	130,74	KNO_3	334,59
MgCl_2	493,17	MgSO_4	250,07
NH_4Cl	245,88	NH_4NO_3	605,04
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	84,81	Cu SO_4	386,53
NaCl	156,97	NaNO_3	138,88