

**КРАТКИЙ  
СПРАВОЧНИК  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ  
ВЕЛИЧИН**

---

**ХИМИЯ  
1965**

---

0-3

K-78

+

# КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

СОСТАВИТЕЛИ:

Н. М. БАРОН, Э. И. КВЯТ, Е. А. ПОДГОРНАЯ,  
А. М. ПОНОМАРЕВА, А. А. РАВДЕЛЬ, З. Н. ТИМОФЕЕВА

ПОД РЕДАКЦИЕЙ  
К. П. МИЩЕНКО и А. А. РАВДЕЛЯ

*Издание четвертое,  
переработанное и дополненное*



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ХИМГИД“

МОСКВА - 1965 · ЛЕНИНГРАД

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА  
КОММЕРЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. Н. ГИГАЛОВА  
ГАЗР. Г. Г. ГИГАЛОВА

АКТ № 5499  
от 27.11.68  
Подпись

В справочнике приведены таблицы важнейших физико-химических величин, используемых при изучении физической химии, в лабораторной практике и при различных физико-химических расчетах.

Все величины приведены в единицах СИ и СГС.

Справочник предназначен для студентов вузов и техникумов, аспирантов и преподавателей.

## ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ

При подготовке настоящего издания справочник был подвергнут значительной переработке:

- 1) расширены таблицы эмпирических зависимостей для вычисления термодинамических величин;
- 2) введены некоторые данные о неводных растворах;
- 3) значительно увеличено число таблиц по химической кинетике и дополнены новыми данными таблицы по электрохимии;
- 4) из таблиц, содержащих термодинамические данные (за исключением таблицы ионных реакций), исключены значения  $\Delta G_{298}^{\circ}$ , так как вычисление констант равновесия при различных температурах с помощью абсолютных энтропий требует меньше операций, чем вычисление по уравнению изобары при известных  $\Delta G_{298}^{\circ}$ ;
- 5) исключены таблицы по радиоактивности и ядерным реакциям.

Все таблицы проверены, исправлены и дополнены по современным источникам. Обращено внимание на соответствие результатов вычислений по различным таблицам.

Все величины приведены параллельно в единицах СИ и СГС. Исключением являются выражения молярных и эквивалентных концентраций, для которых использован в качестве единицы объема литр, а не кубический дециметр, из-за невозможности пересчета при допускаемой в справочнике погрешности численных значений.

В большинстве таблиц неорганические вещества расположены по алфавиту формул, а органические — в порядке возрастания числа атомов углерода, водорода, галогенов, кислорода, азота; в некоторых (преимущественно небольших) таблицах принято логическое расположение — по периодической таблице, по типам реакций и т. п.

Не вполне надежные величины приведены в скобках. В конце справочника  
дается перечень важнейших литературных источников.

Для расчетов справочник снабжен таблицами четырехзначных логарифмов.  
Достаточная точность достигается при вычислениях с помощью логарифмической  
линейки.

В редактировании этого издания участвовала А. М. Пономарева

# 1. Основные физические постоянные

Постоянная	Символ	Значение	Погрешность (в последних знаках)	Единицы	
				СИ	СГС
Скорость света в вакууме . . . . .	$c$	2,997925	3	$\times 10^8 \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}$	$\times 10^{10} \text{ см} \cdot \text{сек}^{-1}$
Элементарный заряд . . . . .	$e$	1,60210	7	$10^{-19} \text{ к}$	$10^{-20} \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}}$
		4,80298	20	.....	$10^{-40} \text{ см}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \text{ сек}^{-1} *$
Число Авогадро (по углеродной шкале) . . . . .	$N_A$	6,02252	28	$10^{23} \text{ моль}^{-1}$	$10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Масса покоя:					
электрона . . . . .	$m_e$	9,1091	4	$10^{-31} \text{ кг}$	$10^{-28} \text{ г}$
протона . . . . .	$m_p$	1,67252	8	$10^{-27} \text{ кг}$	$10^{-24} \text{ г}$
нейтрона . . . . .	$m_n$	1,67474	10	$10^{-27} \text{ кг}$	$10^{-24} \text{ г}$
Число Фарadays . . . . .	$F$	9,64870	16	$10^4 \text{ к} \cdot \text{моль}^{-1}$	$10^3 \text{ см}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{з}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{моль}^{-1} *$
Постоянная Планка . . . . .	$h$	6,6256	5	$10^{-34} \text{ дж} \cdot \text{сек}$	$10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{сек}$
Постоянная Ридберга:					
для бесконечной массы . . . . .	$R_{\infty}$	1,0973731	3	$10^7 \text{ м}^{-1}$	$10^6 \text{ см}^{-1}$
для изотопа водорода . . . . .	$R_H$	1,09677576	12	$10^7 \text{ м}^{-1}$	$10^5 \text{ см}^{-1}$
для изотопа гелия . . . . .	$R_{He}$	1,09722267	12	$10^7 \text{ м}^{-1}$	$10^5 \text{ см}^{-1}$
Магнетон Бора . . . . .	$\mu_B$	9,2732	6	$10^{-24} \text{ дж} \cdot \text{тл}^{-1}$	$10^{-21} \text{ эрг} \cdot \text{гс}^{-1} *$
Газовая постоянная (по углеродной шкале) . . . . .	$R$	8,3143	12	$10^0 \text{ дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{град}^{-1}$	$10^7 \text{ эрг} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{град}^{-1} ***$
Постоянная Больцмана . . . . .	$k$	1,38054	18	$10^{-23} \text{ дж} \cdot \text{град}^{-1}$	$10^{-16} \text{ эрг} \cdot \text{град}^{-1}$

Постоянная	Символ	Значение	Погрешность (в последних знаках)	Единицы	
				СИ	СГС
Постоянная Стефана — Больцмана .	$\sigma$	5,6697	29	$\times 10^{-8} \text{ вв} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{град}^{-4}$	$\times 10^{-5} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1} \cdot \text{град}^{-4}$
Вторая радиационная постоянная $\frac{hc}{k}$	$c_2$	1,43879	19	$10^{-2} \text{ м} \cdot \text{град}$	$10^0 \text{ см} \cdot \text{град}$
Гравитационная постоянная . . . . .	$G$	6,670	15	$10^{-11} \text{ н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$	$10^{-8} \text{ дин} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{г}^{-2}$
Постоянная магнитного момента молекул $\left(\frac{3k}{N_A}\right)^{\frac{1}{2}}$ . . . . .	—	2,62178	17	$10^{-23,5} \left(\frac{\text{дж} \cdot \text{моль}}{\text{град}}\right)^{\frac{1}{2}}$	$10^{-20} \left(\frac{\text{эрг} \cdot \text{моль}}{\text{град}}\right)^{\frac{1}{2}}$
Стандартное ускорение силы тяжести . . . . .	$g_0$	9,80665	—	$10^0 \text{ м} \cdot \text{сек}^{-2}$	$10^2 \text{ см} \cdot \text{сек}^{-2}$
Первый радиус Бора $\frac{\hbar^2}{m_e e^2}$ . . . . .	$a_0$	5,29171	6	$10^{-11} \text{ м}$	$10^{-9} \text{ см}$
$R_\infty c$ . . . . .	—	3,289847	18	$10^{15} \text{ сек}$	$10^{15} \text{ сек}$
$R_\infty hc$ . . . . .	—	2,17961	18	$10^{-18} \text{ дж}$	$10^{-11} \text{ эрг}$
$\frac{\hbar}{2\pi}$ . . . . .	$\hbar$	1,05445	9	$10^{-34} \text{ дж} \cdot \text{сек}$	$10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{сек}$
Электрическая постоянная (диэлектрическая проницаемость вакуума)	$\epsilon_0$	8,8542	1	$10^{-12} \text{ ф} \cdot \text{м}^{-1}$	1 *
Магнитная постоянная (магнитная проницаемость вакуума) . . . . .	$\mu_0$	1,2566	1	$10^{-8} \text{ гн} \cdot \text{м}^{-1}$	1 **

\* В единицах СГСЭ.

\*\* В единицах СГСМ.

\*\*\* В термодинамической шкале 273,16°К соответствуют тройной точке воды (273,15°К = 0°C).

## 2. Единицы атомной массы

Единица атомной массы в физической шкале равна  $\frac{1}{16}$  атомной массы природного кислорода

$$\frac{16,00435}{16} = 1,000275$$

Единица атомной массы в химической шкале равна  $\frac{1}{16}$  атомной массы  $O^{16}$ .

Для перевода из химической в физическую шкалу нужно атомную массу в химической шкале умножить на 1,000275.

С 1960 г. введена единая физическая и химическая шкала, в которой единица атомной массы равна  $\frac{1}{12}$  атомной массы изотопа  $C^{12}$ . Для перевода из кислородной химической шкалы в новую, углеродную, нужно атомную массу в химической шкале разделить на 1,000043.

## 3. Соотношение между различными единицами энергии

Единицы	эрг/молекула	ддж/моль	кал/моль	эв/молекула	л·атм/моль	$см^{-1}$
эрг/молекула	1	$6,0232 \cdot 10^{16}$	$1,4396 \cdot 10^{16}$	$6,2420 \cdot 10^{11}$	$5,9404 \cdot 10^{14}$	$5,0348 \times 10^{15}$
ддж/моль	$1,6602 \cdot 10^{-17}$	1	0,2390	$1,0363 \cdot 10^{-5}$	$9,8690 \cdot 10^{-3}$	$8,3590 \times 10^{-2}$
кал/моль	$6,9465 \cdot 10^{-17}$	4,1840	1	$4,3360 \cdot 10^{-5}$	$4,1292 \cdot 10^{-2}$	0,3497
эв/молекула	$1,6021 \cdot 10^{-12}$	96495	23063	1	$9,5160 \cdot 10^2$	8066
л·атм/моль	$1,6835 \cdot 10^{-16}$	101,325	24,2172	$1,0509 \cdot 10^{-3}$	1	8,4755
$см^{-1}$	$1,9862 \cdot 10^{-16}$	11,931	2,8593	$1,2398 \cdot 10^{-4}$	0,1180	1

## 4. Значения газовой постоянной $R$ в различных единицах

Единицы . . . . .	ддж/моль·град	эрг/моль·град	л·атм/моль·град	кал/моль·град	кгс·м/моль·град
$R$ . . . . .	$8,3143$	$8,3143 \cdot 10^7$	$0,082057$	$1,98725$	$0,8478$

## 5. Коэффициенты перехода от массы к энергии

$$1 \text{ г} = 8,9876 \cdot 10^{18} \text{ дж} = 5,6100 \cdot 10^{26} \text{ Мэв}$$

$$1 \text{ аем} = 1,4918 \cdot 10^{-10} \text{ дж} = 931,16 \text{ Мэв (физическая шкала)}$$

$$1 \text{ аем} = 1,4916 \cdot 10^{-10} \text{ дж} = 931,04 \text{ Мэв (химическая шкала)}$$

## 6. Термодинамические величины для простых веществ, со

$\Delta H_f^{\circ}$ , 298 — изменение энталпии (тепловой эффект) при образовании соединения из простых веществ в стандартных условиях;  $\Delta G^{\circ}$ , 298 — изменение изобарно-изотермического потенциала при образовании дратированных (сольватированных) ионов из простых веществ;  $S^{\circ}$ , 298 — стандартное значение энтропии;  $C_p^{\circ}$  — теплоемкость при постоянном давлении.

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, 298^{\circ}$ дж/моль	$S^{\circ}, 298^{\circ}$ дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град			
				Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \Phi(T)$			
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	
<b>I. Простые</b>							
1	Ag (кр.)	0	42,69	23,97	5,28	-0,25	25,48
2	Al (кр.)	0	28,81	20,67	12,39	—	24,34
3	As (кр.)	0	35,1	21,9	9,29	—	24,64
4	Au (кр.)	0	47,45	23,68	5,19	—	25,23
5	B (кр.)	0	5,87	6,44	18,4	—	11,96
6	Ba- $\alpha$	0	(64,9)	22,26	13,8	—	26,36
7	Ba- $\beta$	—	—	10,45	29,3	—	—
8	Be (кр.)	0	9,54	19,0	8,87	-3,43	16,44
9	Bi (кр.)	0	56,9	18,79	22,59	—	25,52
10	Br <sub>2</sub> (ж.)	0	152,8	—	—	—	75,71
11	Br <sub>2</sub> (г.)	30,92	245,35	37,20	0,71	-1,19	36,0
12	C (алмаз)	1,897	2,38	9,12	13,22	-6,19	6,07
13	C (графит)	0	5,74	17,15	4,27	-8,79	8,53
14	Ca- $\alpha$	0	41,62	22,2	13,9	—	26,28
15	Cd- $\alpha$	0	51,76	22,22	12,30	—	25,90
16	Cl (г.)	121,3	165,09	23,14	-0,67	-0,96	21,84
17	Cl <sub>2</sub> (г.)	0	223,0	36,69	1,05	-2,52	33,84
18	Co- $\alpha$	0	30,04	21,38	14,31	-0,88	24,6
19	Cr (кр.)	0	28,76	24,48	9,87	-3,68	28,35
20	Cs (кр.)	0	84,35	—	—	—	31,4
21	Cu (кр.)	0	33,30	22,64	6,28	—	24,51
22	D (г.)	221,68	123,24	—	—	—	20,79 *
23	D <sub>2</sub> (г.)	0	144,9	27,40	4,30	-0,40	29,20
24	F <sub>2</sub> (г.)	0	202,9	34,69	1,84	-3,35	31,32
25	Fe- $\alpha$	0	27,15	19,25	21,0	—	25,23
26	Ga (кр.)	0	41,09	—	—	—	26,10
27	Ge (кр.)	0	42,38	23,8	16,8	—	(28,8)
28	H (г.)	217,9	114,6	—	—	—	20,79 *
29	H <sub>2</sub> (г.)	0	130,6	27,28	3,26	0,502	28,83
30	HD (г.)	0,155	143,7	25,93	4,50	2,80	29,20
31	Hg (ж.)	0	76,1	—	—	—	27,82
32	Hg (г.)	60,83	174,9	—	—	—	20,79 *
33	J <sub>2</sub> (кр.)	0	116,73	40,12	49,79	—	54,44
34	J <sub>2</sub> (г.)	62,24	260,58	37,40	0,59	-0,71	36,9
35	In (кр.)	0	(58,1)	20,26	21,6	—	26,7

\* Теплоемкость не зависит от температуры.  
\*\* Истинная теплоемкость железа:

Температура, °К	700	800	900	1000
дж/моль·град	34,62	38,62	44,04	57,74
кал/моль·град	8,25	9,23	10,74	13,80

# единений и ионов в водных растворах и в жидким аммиаке

Формулы для вычисления теплоемкостей в указанном интервале температур с помощью приведенных в таблице коэффициентов:

$$C_p^o = a + bT + c'/T^2$$

или

$$C_p^o = a + bT + cT^2 + dT^3$$

$\Delta H_f^o, 298^\circ \text{ Ккал/моль}$	$S_{298}^o, \text{ ккал/моль}\cdot\text{град}$	Теплоемкость, кал/моль·град			$C_p^o, 298^\circ \text{ К}$	Температурный интервал, $^\circ\text{К}$	№ по пор.			
		Коэффициенты уравнения $C_p^o = \Phi(T)$								
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$						
<b>вещества</b>										
0	10,20	5,73	1,26	-0,06	6,09	273—1234	1			
0	6,77	4,94	2,96	—	5,82	298—933	2			
0	8,4	5,28	2,22	—	5,89	298—1100	3			
0	11,34	5,66	1,24	—	6,03	298—1336	4			
0	1,40	1,54	4,40	—	2,86	273—1200	5			
0	(15,52)	5,32	3,30	—	6,30	298—643	6			
—	—	2,50	7,00	—	—	643—983	7			
0	2,28	4,54	2,12	-0,82	3,93	298—1173	8			
0	13,6	4,49	5,40	—	6,10	298—544	9			
0	36,4	—	—	—	18,10	298	10			
7,39	58,64	8,89	0,17	-0,28	8,60	298—1500	11			
0,453	0,568	2,18	3,16	-1,48	1,45	298—1200	12			
0	1,37	4,10	1,02	-2,10	2,04	298—2300	13			
0	9,95	5,31	3,33	—	6,28	273—713	14			
0	12,37	5,31	2,94	—	6,19	273—594	15			
29,0	39,46	5,53	-0,16	-0,28	5,22	298—2000	16			
0	53,30	8,77	0,25	-0,60	8,09	273—1500	17			
0	7,18	5,11	3,42	-0,21	5,88	298—650	18			
0	5,68	5,84	2,36	-0,88	5,58	298—1823	19			
0	20,16	—	—	—	7,50	298—303	20			
0	7,96	5,41	1,50	—	5,86	298—1356	21			
52,98	29,46	—	—	—	4,97 *	—	22			
0	34,60	6,55	1,03	-0,096	6,98	500—2000	23			
0	48,6	8,29	0,44	-0,80	7,49	273—2000	24			
0	6,49	4,60	5,02	—	6,03	298—700 **	25			
0	9,8	—	—	—	6,24	298	26			
0	10,1	5,69	4,02	—	(6,88)	298—1213	27			
52,09	27,39	—	—	—	4,97 *	—	28			
0	31,21	6,52	0,78	0,12	6,89	298—3000	29			
0,037	34,34	6,19	1,08	0,67	6,98	500—2000	30			
0	18,2	—	—	—	6,65	298	31			
14,54	41,80	—	—	—	4,97 *	—	32			
0	27,9	9,59	11,90	—	13,01	298—387	33			
14,88	62,28	8,94	0,14	-0,17	8,82	298—3000	34			
0	(13,9)	4,84	5,16	—	6,39	298—430	35			

№ по пор. по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, 298^\circ$ кДж/моль	$S^{\circ}, 298^\circ$ Дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град			
				Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \Phi(T)$			
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-6}$	$C_p^{\circ}, 298^\circ$
36	K (кр.)	0	64,35	—	—	—	29,96 *
37	Li (кр.)	0	28,03	12,76	35,98	—	23,64
38	Mg (кр.)	0	32,55	22,3	10,64	-0,42	24,8
39	Mn- $\alpha$	0	31,76	23,85	14,14	-1,59	26,32
40	Mo (кр.)	0	28,58	22,93	5,44	—	23,75
41	N <sub>2</sub> (г.)	0	191,5	27,87	4,27	—	29,10
42	Na (кр.)	0	51,42	20,92	22,43	—	28,22
43	Ni- $\alpha$	0	29,86	16,99	29,46	—	26,05
44	O (г.)	247,4	160,95	—	—	—	21,90
45	O <sub>2</sub> (г.)	0	205,03	31,46	3,39	-3,77	29,36
46	O <sub>3</sub> (г.)	142,3	238,8	47,03	8,03	-9,04	39,20
47	P (бел.)	0	44,35	—	—	—	23,22 *
48	P (красн.)	-18,41	(22,8)	19,83	16,32	—	20,83
49	P <sub>2</sub> (г.)	141,5	218,1	35,86	1,15	-3,68	31,92
50	Pb (кр.)	0	64,9	23,93	8,70	—	26,82
51	Pt (кр.)	0	41,8	24,02	5,61	—	26,57
52	Rb (кр.)	0	(76,2)	—	—	—	30,42 *
53	S (монокл.)	0,30	32,55	14,90	29,08	—	23,64
54	S (ромб.)	0	31,88	14,98	26,11	—	22,60
55	S <sub>2</sub> (г.)	(129,1)	227,7	36,11	1,09	-3,52	32,47
56	Sb (кр.)	0	(45,69)	23,1	7,28	—	25,43
57	Se (кр.)	0	42,44	18,95	23,01	—	25,36
58	Si (кр.)	0	18,72	24,02	2,58	-4,23	19,8
59	Sn (бел.)	0	51,4	18,49	26,36	—	26,36
60	Sr (кр.)	0	54,4	23,43	5,73	—	25,1
61	Te (кр.)	0	49,71	23,8	6,28	—	25,6
62	Th (кр.)	0	53,39	21,67	19,0	—	27,33
63	Tl- $\alpha$	0	30,66	22,09	10,04	—	25,0
64	Tl- $\beta$	0	64,22	22,01	14,48	—	26,40
65	U (кр.)	0	50,33	14,18	33,56	2,93	27,5
66	W (кр.)	0	32,76	24,02	3,18	—	24,8
67	Zn (кр.)	0	41,59	22,38	10,04	—	25,48
68	Zr- $\alpha$	0	38,9	28,58	4,69	-3,81	25,15

## II. Неорганические

69	AgBr (кр.)	-99,16	107,1	33,18	64,43	—	52,38
70	AgCl (кр.)	-126,8	96,07	62,26	4,18	-11,30	50,78
71	AgJ- $\alpha$	(-64,2)	114,2	24,35	100,8	—	54,43
72	AgNO <sub>3</sub> - $\alpha$	-120,7	140,9	36,65	189,1	—	(93,05)
73	Ag <sub>2</sub> O (кр.)	-30,56	121,7	55,48	29,46	—	65,56
74	Ag <sub>2</sub> S- $\alpha$	(-33,2)	(140,6)	42,38	110,5	—	75,31
75	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (кр.)	-713,1	199,9	96,7	117	—	131,4
76	AlBr <sub>3</sub> (кр.)	-526,2	184	78,41	78,08	—	102,5
77	AlCl <sub>3</sub> (кр.)	-697,4	167,0	55,44	117,15	—	89,1
78	AlF <sub>3</sub> - $\alpha$	-1488	66,48	72,26	45,86	-9,62	75,10
79	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (корунд)	-1675	50,94	114,56	12,89	-34,31	79,0
80	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (кр.)	-3434	239,2	366,3	62,6	-111,6	259,3

\* При температуре, указанной в графе „Температурный интервал“.

$\Delta H_f^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}$	$S^{\circ} 298^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}\cdot\text{град}$	Теплоемкость, кал/моль·град			$C_p^{\circ}, 298$	Температурный интервал, °К	№ по под.			
		Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \varphi(T)$		$c' \cdot 10^{-5}$						
		$a$	$b \cdot 10^3$							
0	15,38	—	—	—	7,18 *	298—336	36			
0	6,70	3,05	8,60	—	5,65	273—454	37			
0	7,78	5,33	2,54	-0,10	5,93	298—923	38			
0	7,59	5,70	3,38	-0,38	6,29	298—1000	39			
0	6,83	5,48	1,30	—	5,68	298—1800	40			
0	45,77	6,66	1,02	—	6,96	298—2500	41			
0	12,29	5,0	5,36	—	6,74	298—371	42			
0	7,14	4,06	7,04	—	6,20	298—630	43			
59,1	38,47	—	—	—	5,24	298	44			
0	49,00	7,52	0,81	-0,90	7,02	298—3000	45			
34,0	57,07	11,23	1,92	-2,16	9,37	298—1000	46			
0	10,6	—	—	—	5,55*	273—317	47			
-4,4	(5,46)	4,74	3,90	—	4,98	298—800	48			
33,8	52,1	8,57	0,28	-0,88	7,63	273—2000	49			
0	15,5	5,72	2,08	—	6,41	273—600	50			
0	10,0	5,74	1,34	—	6,35	298—1800	51			
0	(18,2)	—	—	—	7,27 *	273—312	52			
0,07	7,78	3,56	6,95	—	5,65	368—392	53			
0	7,62	3,58	6,24	—	5,40	273—368,6	54			
(30,9)	54,4	8,63	0,26	-0,84	7,77	273—2000	55			
0	(10,92)	5,52	1,74	—	6,08	298—903	56			
0	10,15	4,53	5,50	—	6,06	273—493	57			
0	4,5	5,74	0,62	-1,01	4,73	273—1174	58			
0	12,3	4,42	6,30	—	6,30	273—505	59			
0	13,0	5,60	1,37	—	6,0	298—508	60			
0	11,88	5,69	1,5	—	6,11	273—620	61			
0	12,76	5,18	4,54	—	6,53	298—1500	62			
0	7,33	5,28	2,4	—	5,98	298—1155	63			
0	15,35	5,26	3,46	—	6,3	273—505	64			
0	12,03	3,39	8,02	0,7	6,57	298—935	65			
0	7,8	5,74	0,76	—	5,93	273—2000	66			
0	9,94	5,35	2,4	—	6,09	273—693	67			
0	9,3	6,83	1,12	-0,91	6,01	298—1135	68			

## соединения

-23,7	25,6	7,93	15,40	—	12,52	298—691	69
-30,3	22,96	14,88	1,00	-2,70	12,14	273—725	70
(-15,34)	27,3	5,82	24,10	—	13,01	273—423	71
-28,85	33,68	8,76	45,2	—	(22,24)	273—433	72
-7,30	29,1	13,26	7,04	—	15,67	298—500	73
(-7,93)	(33,6)	10,13	26,4	—	18,0	273—448	74
-170,4	47,8	23,1	27,9	—	31,4	298—597	75
-125,76	44,0	18,74	18,66	—	24,5	298—370	76
-166,8	39,9	13,25	28,0	—	21,3	273—453	77
-355,8	15,9	17,27	10,96	-2,30	17,95	298—727	78
-400,3	12,18	27,38	3,08	-8,20	18,88	298—1800	79
-821,0	57,2	87,55	14,96	-26,88	62,0	298—1100	80

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}$	$S^{\circ}, \text{Дж}/\text{моль}\cdot\text{град}$	Теплоемкость, $\text{дж}/\text{моль}\cdot\text{град}$			$C_p^{\circ}, 298$	
				Коэффициенты уравнения				
				$C_p^{\circ} = \varphi(T)$	$a$	$b \cdot 10^3$		
81	$\text{AsCl}_3$ (г.)	-299,2	327,2	82,1	1,00	-5,94	75,7	
82	$\text{As}_2\text{O}_3$ (кр.)	(-656,8)	107,1	35,02	203,3	-	95,65	
83	$\text{As}_2\text{O}_5$ (кр.)	-918,0	105,4	-	-	-	117,5	
84	$\text{BCl}_3$ (г.)	-395,4	289,8	70,54	11,97	-10,21	62,63	
85	$\text{BF}_3$ (г.)	-1110	254,2	52,05	28,03	-8,87	50,53	
86	$\text{B}_2\text{O}_3$ (кр.)	-1264	53,85	36,53	106,3	-5,48	62,97	
87	$\text{BaCO}_3$ (кр.)	-1202	112,1	86,90	49,0	-11,97	85,35	
88	$\text{BaCl}_2$ (кр.)	-859,8	125,5	71,13	13,97	-	75,3	
89	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (кр.)	-991,6	213,7	125,7	149,4	-16,78	150,9	
90	$\text{BaO}$ (кр.)	-556,6	70,3	53,30	4,35	-8,30	47,23	
91	$\text{Ba}(\text{OH})_2$ (кр.)	-946,1	103,8	70,7	91,6	-	97,9	
92	$\text{BaSO}_4$ (кр.)	-1465	131,8	141,4	-	-35,27	101,8	
93	$\text{BeO}$ (кр.)	(-598,7)	14,10	35,36	16,74	-13,26	25,4	
94	$\text{BeSO}_4$ (кр.)	-1196	90,0	-	-	-	88	
95	$\text{Bi}_2\text{O}_3$ (кр.)	-578,0	151,2	103,51	33,47	-	113,5	
96	$\text{CO}$ (г.)	-110,5	197,4	28,41	4,10	-0,46	29,15	
97	$\text{CO}_2$ (г.)	-393,51	213,6	44,14	9,04	-8,53	37,13	
98	$\text{COCl}_2$ (г.)	-223,0	289,2	67,16	12,11	-9,03	60,67	
99	$\text{COS}$ (г.)	-137,2	231,5	48,12	8,45	-8,20	41,63	
100	$\text{CS}_2$ (ж.)	87,8	151,0	-	-	-	75,65	
101	$\text{CS}_2$ (г.)	115,3	237,8	52,09	6,69	-7,53	45,65	
102	$\text{CaC}_2\text{-a}$	-62,7	70,3	68,62	11,88	-8,66	62,34	
103	$\text{CaCO}_3$ (кальцит)	-1206	92,9	104,5	21,92	-25,94	81,85	
104	$\text{CaCl}_2$ (кр.)	(-785,8)	113,8	71,88	12,72	-2,5	72,61	
105	$\text{CaF}_2\text{-a}$	-1214	68,87	59,83	30,46	1,96	67,03	
106	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (кр.)	-936,9	193,2	122,9	154	-17,28	149,4	
107	$\text{CaO}$ (кр.)	-635,1	39,7	49,63	4,52	-6,95	42,80	
108	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (кр.)	-986,2	(83,4)	105,2	12,0	-19,0	87,5	
109	$\text{CaHPO}_4$ (кр.)	-1820	88	-	-	-	-	
110	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (кр.)	-2409	167	-	-	-	97,1 *	
111	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (кр.)	-3114,5	189,5	-	-	-	-	
112	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (кр.)	-3418	(259,8)	-	-	-	-	
113	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{-a}$	-4125	240,9	201,8	166	-20,92	259,2	
114	$\text{CaS}$ (кр.)	-478,3	56,5	42,68	15,90	-	231,6	
115	$\text{CaSO}_4$ (ангидрит)	-1424	106,7	70,21	98,74	-	47,40	
116	$\text{CdCl}_2$ (кр.)	-389,0	115,3	61,25	40,17	-	99,66	
117	$\text{CdO}$ (кр.)	-256,1	54,8	40,38	8,70	-	73,22	
118	$\text{CdS}$ (кр.)	-144,3	71,0	54,0	3,8	-	43,43	
119	$\text{CdSO}_4$ (кр.)	-925,9	(123,1)	77,32	77,40	-	55,2	
120	$\text{Cl}_2\text{O}$ (г.)	75,7	266,3	53,18	3,35	-7,78	99,60	
121	$\text{ClO}_2$ (г.)	104,6	251,3	48,28	7,53	-7,74	45,6	
122	$\text{CoCl}_2$ (кр.)	-325,4	106,6	60,29	61,09	-	41,8	
123	$\text{CoSO}_4$ (кр.)	-867,9	113,3	125,9	41,51	-	78,6	
124	$\text{CrCl}_3$ (кр.)	-554,8	122,9	81,34	29,41	-	138	
125	$\text{CrO}_3$ (кр.)	-594,5	72	-	-	-	91,8	

\* При температуре, указанной в графе "Температурный интервал".

$\Delta H_f^{\circ}, \text{кал/моль}\cdot\text{град}$	$S^{\circ}, \text{кал/моль}\cdot\text{град}$	Теплоемкость, кал/моль·град			$C_p^{\circ}, 298$	Температурный интервал, $^{\circ}\text{К}$	№ по пор.	
		Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \psi(T)$		$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$		
-71,5	78,2	19,62	0,24	-1,42	18,1	298—2000	81	
(-157,1)	25,6	8,37	48,6	-	22,86	273—548	82	
-219,4	25,2	-	-	-	28,1	298	83	
-94,50	69,26	16,86	2,86	-2,44	14,97	298—1000	84	
-265,3	60,75	12,44	6,70	-2,12	12,08	298—1000	85	
-302	12,87	8,73	25,41	-1,31	15,05	298—723	86	
-287,3	26,8	20,77	11,7	-2,86	20,4	273—1040	87	
-205,5	30,0	17,0	3,34	-	18,0	273—1198	88	
-237,0	51,07	30,0	35,7	-4,01	36,07	298—850	89	
-133,0	16,8	12,74	1,04	-1,98	11,29	298—1270	90	
-226,1	24,8	16,9	21,9	-	23,4	298—680	91	
-350,2	31,5	33,8	-	-8,43	24,3	273—1300	92	
(-143,1)	3,37	8,45	4,00	-3,17	6,07	273—1175	93	
-286,0	21,5	-	-	-	21	298	94	
-138,1	36,1	24,74	8,00	-	27,1	298—800	95	
-26,41	47,18	6,79	0,98	-0,11	6,97	298—2500	96	
-94,05	51,06	10,55	2,16	-2,04	8,87	298—2500	97	
-53,3	69,13	16,05	2,89	-2,16	14,50	298—1000	98	
-32,8	55,33	11,50	2,02	-1,96	9,95	298—1800	99	
21,0	36,1	-	-	-	18,08	298	100	
27,55	56,84	12,45	1,60	-1,80	10,91	298—1800	101	
-15,0	16,8	16,4	2,84	-2,07	14,9	298—720	102	
-288,2	22,2	24,98	5,24	-6,20	19,56	298—1200	103	
(-187,8)	27,2	17,18	3,04	-0,60	17,36	298—1055	104	
-290,2	16,46	14,3	7,28	0,47	16,02	298—1000	105	
-223,9	46,2	29,37	36,80	-4,13	35,7	298—800	106	
-151,8	9,5	11,86	1,08	-1,66	10,23	298—1800	107	
-285,7	(19,9)	25,14	2,87	-4,54	20,9	298—600	108	
-435,0	21	-	-	-	-	-	109	
-575,8	40	-	-	-	23,2 *	293	110	
-744,4	45,3	-	-	-	-	-	111	
-817	(62,10)	-	-	-	62,0	298	112	
-985,9	57,6	48,24	39,68	-5,0	55,4	298—1373	113	
-114,3	13,5	10,2	3,8	-	11,33	273—1000	114	
-340	25,5	16,78	23,60	-	23,29	299—1400	115	
-93,0	27,56	14,64	9,60	-	17,50	273—841	116	
-61,2	13,1	9,65	2,08	-	10,18	273—1200	117	
-34,5	17,0	12,9	0,90	-	13,2	273—1273	118	
-221,3	(29,4)	18,48	18,5	-	23,8	298—1273	119	
18,2	63,64	12,71	0,8	-1,86	10,8	298—2000	120	
25,0	60,06	11,54	1,80	-1,85	10,0	298—1500	121	
-77,8	25,48	14,41	14,60	-	18,8	298—1000	122	
-207,4	27,1	30,09	9,92	-	33,0	298—700	123	
-132,6	29,38	19,44	7,03	-	21,94	286—319	124	
-142,1	17,2	-	-	-	-	-	125	

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, 298^{\circ}$ кДж/моль	$S_{298}^{\circ}$ дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град			
				Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \Phi(T)$			
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	$C_p^{\circ}, 298$
126	$\text{Cr}_2\text{O}_3$ (кр.)	-1141	81,1	119,4	9,20	-15,65	104,6
127	$\text{CsCl}$ (кр.)	-432,9	100,0	49,79	9,54	-	52,63
128	$\text{CsJ}$ (кр.)	-336,7	130	48,53	11,21	-	51,87
129	$\text{CsOH}$ (кр.)	-406,5	77,8	-	-	-	-
130	$\text{CuCl}$ (кр.)	-134,7	91,6	43,9	40,6	-	56,1
131	$\text{CuCl}_2$ (кр.)	-205,9	113	64,52	50,21	-	79,5
132	$\text{CuO}$ (кр.)	(-165,3)	42,64	38,79	20,08	-	44,78
133	$\text{CuS}$ (кр.)	-48,5	66,5	42,05	11,05	-	47,82
134	$\text{CuSO}_4$ (кр.)	-771,1	113,3	78,53	71,96	-	100,0
135	$\text{Cu}_2\text{O}$ (кр.)	-167,36	93,93	62,34	23,85	-	63,64
136	$\text{Cu}_2\text{S}$ (кр.)	-82,01	119,24	39,24	130,54	-	76,24
137	$\text{D}_2\text{O}$ (г.)	-249,20	198,40	-	-	-	34,27
138	$\text{D}_2\text{O}$ (ж.)	-294,61	72,36	-	-	-	82,42
139	$\text{FeCO}_3$ (кр.)	-747,68	92,88	48,66	112,13	-	82,13
140	$\text{FeO}$ (кр.)	-263,68	58,79	52,80	6,24	-3,19	48,12
141	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (кр.)	-821,32	89,96	97,74	72,13	-12,89	103,70
142	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ (кр.)	-1117,71	151,46	167,03	78,91	-41,82	143,40
143	$\text{FeS}$ (кр.)	-95,40	67,36	21,71	110,59	-	50,54
144	$\text{FeSO}_4$ (кр.)	-922,57	107,53	-	-	-	100,54
145	$\text{FeS}_2$ (кр.)	-177,40	53,14	74,81	5,52	-12,76	61,92
146	$\text{Ga}_2\text{O}_3$ (кр.)	-1077,38	84,64	-	-	-	92,05
147	$\text{GeO}_2$ (кр.)	-539,74	52,30	46,86	30,0	-	52,09
148	$\text{HBr}$ (г.)	-35,98	198,40	26,15	5,86	1,09	29,16
149	$\text{HCN}$ (г.)	-130,54	201,79	39,37	11,30	-6,02	35,90
150	$\text{HCl}$ (г.)	-92,30	186,70	26,53	4,60	1,09	29,16
151	$\text{HNO}_3$ (ж.)	-173,0	156,16	-	-	-	109,87
152	$\text{HNO}_3$ (г.)	-133,90	266,39	-	-	-	58,58
153	$\text{HF}$ (г.)	-268,61	173,51	27,70	2,93	-	29,16
154	$\text{HJ}$ (г.)	-25,94	206,30	26,32	5,94	0,92	29,16
155	$\text{H}_2\text{O}$ (г.)	-241,84	188,74	30,00	10,71	0,33	33,56
156	$\text{H}_2\text{O}$ (ж.)	-285,84	69,96	-	-	-	75,31
157	$\text{H}_2\text{O}$ (кр.)	-291,85	(39,33)	-0,197	140,16	-	-
158	$\text{H}_2\text{O}_2$ (ж.)	-187,02	105,86	53,60	117,15	-	88,41
159	$\text{H}_2\text{S}$ (г.)	-20,15	205,64	29,37	15,40	-	106,10
160	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (ж.)	-811,30	156,90	-	-	-	33,93
161	$\text{H}_3\text{PO}_4$ (ж.)	(-1271,94)	200,83	-	-	-	137,57
162	$\text{H}_3\text{PO}_4$ (кр.)	-1283,65	176,15	-	-	-	-
163	$\text{HgBr}_2$ (кр.)	-169,45	162,76	-	-	-	-
164	$\text{Hg}_2\text{Br}_2$ (кр.)	-206,77	212,97	-	-	-	-
165	$\text{HgCl}_2$ (кр.)	-230,12	144,35	64,02	43,10	-	76,60
166	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ (кр.)	-264,85	195,81	92,47	30,96	-	101,67
167	$\text{HgJ}_2\alpha$	-105,44	176,36	72,84	16,74	-	77,82
168	$\text{HgO}$ (красн.)	-90,37	73,22	-	-	-	45,73
169	$\text{HgS}$ (красн.)	-58,16	81,59	45,61	15,27	-	50,21
170	$\text{Hg}_2\text{SO}_4$ (кр.)	-742,0	200,83	-	-	-	131,80
171	$\text{In}_2\text{O}_3$ (кр.)	-926,76	112,97	-	-	-	93,72
172	$\text{In}_2(\text{SO}_4)_3$ (кр.)	-2907,88	280,75	-	-	-	280,33

\* При температуре, указанной в графе „Температурный интервал“.

$\Delta H_f^{\circ}$ ккал/моль	$S_{298}^{\circ}$ ккал/моль·град	Теплоемкость, ккал/моль·град			$C_p^{\circ}, 298$	Температурный интервал, $^{\circ}\text{К}$	№ по пор.			
		Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \Phi(T)$								
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$						
-273	19,78	28,53	2,20	-3,74	25,00	350—1800	126			
-103,5	23,9	11,90	2,28	—	12,58	298—918	127			
-80,5	31	11,60	2,68	—	12,40	298—894	128			
-97,2	18,6	—	—	—	—	—	129			
-32,2	21,9	10,5	9,7	—	13,4	273—695	130			
-49,2	27,0	15,42	12,00	—	19,0	273—773	131			
(-39,5)	10,2	9,27	4,80	—	10,7	298—1250	132			
-11,6	15,9	10,60	2,64	—	11,43	273—1273	133			
-184,3	27,1	18,77	17,20	—	23,9	298—900	134			
-40,00	22,44	14,9	5,7	—	16,7	298—1200	135			
-19,60	28,50	9,38	31,2	—	18,7	298—376	136			
-59,46	47,41	—	—	—	8,19	298	137			
-70,41	17,29	—	—	—	19,70	298	138			
-178,70	22,20	11,63	26,8	—	19,63	298—855	139			
-63,20	14,05	12,62	1,492	-0,762	12,20	298—1600	140			
-196,30	21,50	23,36	17,24	-3,08	24,80	298—1000	141			
-266,90	36,20	39,92	18,86	-10,01	34,27	298—900	142			
-22,80	16,10	5,19	26,40	—	13,10	298—400	143			
-220,50	25,70	—	—	—	24,03	298	144			
-42,40	12,70	17,88	1,32	-3,05	14,80	298—1000	145			
-257,50	20,23	—	—	—	22,00	298	146			
-129,0	12,50	11,20	7,17	—	12,45	298—1300	147			
-8,6	47,42	6,25	1,40	0,26	6,96	298—1600	148			
31,20	48,23	9,41	2,70	-1,44	8,58	298—2500	149			
-22,06	44,62	6,34	1,10	0,26	6,96	298—2000	150			
-41,35	37,30	—	—	—	26,26 *	300	151			
-32,00	63,67	—	—	—	14,00 *	300	152			
-64,2	41,47	6,62	0,7	—	6,96	298—2000	153			
6,2	49,30	6,29	1,42	0,22	6,96	298—1000	154			
-57,80	45,11	7,17	2,56	0,08	8,02	298—2500	155			
-68,32	16,75	—	—	—	18,00	298	156			
-69,75	(9,4)	-0,047	33,50	—	—	≤ 273	157			
-44,70	25,30	12,81	28,0	—	21,15	298—450	158			
-4,82	49,15	7,02	3,68	—	8,11	298—1800	159			
-193,92	37,50	—	—	—	32,88	298	160			
(-304)	48,0	—	—	—	25,52	298	161			
-306,80	42,10	—	—	—	—	—	162			
-40,50	38,90	—	—	—	—	—	163			
-49,42	50,90	—	—	—	—	—	164			
-55,0	34,50	15,30	10,30	—	18,30	273—553	165			
-63,30	46,80	22,10	7,80	—	24,30	273—798	166			
-25,20	42,20	17,41	4,90	—	18,60	273—403	167			
-21,68	17,20	—	—	—	10,93 *	278—371	168			
-13,90	19,50	10,90	3,65	—	12,0	278—853	169			
-173,30	48,0	—	—	—	31,55 *	273—307	170			
-221,50	27,0	—	—	—	22,40 *	273—373	171			
-695,0	67,1	—	—	—	67,0 *	298—373	172			

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ} / \text{кал}/\text{моль}$	$S_{298}^{\circ} / \text{Дж}/\text{моль}\cdot\text{град}$	Теплоемкость, $\text{Дж}/\text{моль}\cdot\text{град}$			
				Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \varphi(T)$		$C_p^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}\cdot\text{град}$	
				$a$	$b \cdot 10^3$		
173	KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (кр.)	-2465	204,50	234,10	82,34	-58,41	193,00
174	KBr (кр.)	-392,04	96,65	48,37	13,89	-	53,62
175	KCl (кр.)	-435,85	82,68	41,38	21,76	3,22	51,49
176	KClO <sub>3</sub> (кр.)	-391,20	142,97	-	-	-	100,25 *
177	KJ (кр.)	-327,61	104,35	50,63	8,16	-	55,06
178	KMnO <sub>4</sub> (кр.)	-813,37	171,71	-	-	-	119,25 *
179	KNO <sub>3</sub> - $\alpha$	-492,71	132,93	60,88	118,83	-	96,27
180	KOH (кр.)	-425,93	59,41	-	-	-	-
181	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> (кр.)	-1383	200,0	-	-	-	146,0
182	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (кр.)	-2033	291,21	179,08	171,54	-	219,70
183	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (кр.)	-1433,44	175,73	120,37	99,58	-17,82	129,90
184	LaCl <sub>3</sub> (кр.)	-1070,69	144,35	-	-	-	-
185	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (кр.)	-1215,87	90,37	-	-	-	97,40
186	LiCl (кр.)	-408,78	58,16	46,02	14,18	-	51,0
187	LiOH (кр.)	-487,80	42,81	50,17	34,48	-9,5	49,58
188	LiNO <sub>3</sub> (кр.)	-482,33	105,44	38,37	150,62	-	80,12
189	Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (кр.)	-1434,28	148,0	-	-	-	-
190	MgCO <sub>3</sub> (кр.)	-1096,21	65,69	77,91	57,74	-17,41	75,52
191	MgCl <sub>2</sub> (кр.)	-641,83	89,54	79,08	5,94	-8,62	71,03
192	MgO (кр.)	-601,24	26,94	42,59	7,28	-6,19	37,41
193	Mg(OH) <sub>2</sub> (кр.)	-924,66	63,14	54,56	66,11	-	76,99
194	MgSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O (кр.)	-3083	352,0	-	-	-	348,1
195	MnCO <sub>3</sub> (кр.)	-894,96	85,77	92,01	38,91	-19,62	81,50
196	MnCl <sub>2</sub> (кр.)	-468,61	117,15	75,48	13,22	-5,73	72,86
197	MnO (кр.)	-384,93	60,25	46,48	8,12	-3,68	44,83
198	MnO <sub>2</sub> (кр.)	-519,65	53,14	69,45	10,21	-16,23	54,02
199	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.)	-959,81	110,46	103,50	35,06	-13,51	107,70
200	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (кр.)	-1386,58	148,53	144,90	45,27	-9,2	49,96
201	MnS (кр.)	-205,02	78,23	47,70	7,53	-	35,65
202	NH <sub>3</sub> (г.)	-46,19	192,50	29,80	25,48	-1,67	-
203	NH <sub>3</sub> (ж.)	-69,87	-	-	-	-	80,75
204	NH <sub>4</sub> Cl- $\beta$	-315,39	94,56	49,37	133,89	-	84,10
205	NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (кр.)	-2347	216,20	-	-	-	226,40
206	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (кр.)	-1179,30	220,30	103,64	281,16	-	187,07
207	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (кр.)	-365,10	150,60	-	-	-	139,30
208	NO (г.)	90,37	210,62	29,58	3,85	-0,59	29,83
209	NO <sub>2</sub> (г.)	33,89	240,45	42,93	8,54	-6,74	37,11
210	N <sub>2</sub> O (г.)	81,55	220,0	45,69	8,62	-8,53	38,71
211	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г.)	9,37	304,3	83,89	39,75	-14,9	78,99
212	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (г.)	(12,8)	-	-	-	-	-
213	NQCl (г.)	52,59	263,5	44,89	7,7	-6,95	39,37
214	NaAlO <sub>2</sub> (кр.)	-1133,0	70,71	87,95	17,7	-17,74	73,3
215	NaBr (кр.)	-359,8	83,7	49,66	8,79	-	52,3
216	NaC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> (кр.)	-710,4	123,1	-	-	-	80,33
217	NaCl (кр.)	-410,9	72,36	45,94	16,32	-	50,79
218	NaF (кр.)	-570,3	51,3	43,51	16,23	-1,38	46,82
219	NaHCO <sub>3</sub> (кр.)	-947,4	102,1	-	-	-	87,72

\* При температуре, указанной в графе „Температурный интервал“.

$\Delta_f H^\circ, \text{кал/моль}$	$S^\circ_{298}, \text{кал/моль}\cdot\text{град}$	Теплоемкость, кал/моль·град			$C_p^\circ, 298$	Температурный интервал, °К	№ по пор.			
		Коэффициенты уравнения $C_p^\circ = \Phi(T)$								
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$						
-589,2	48,87	55,96	19,68	-13,96	46,13	298—1000	173			
-93,70	23,10	11,56	3,32	—	12,82	298—543	174			
-104,80	19,76	9,89	5,20	0,77	12,55	298—1000	175			
-93,50	34,17	—	—	—	23,96 *	289—371	176			
-78,31	24,94	12,10	1,95	—	13,16	273—955	177			
-194,40	41,04	—	—	—	28,50 *	287—318	178			
-117,76	31,77	14,55	28,40	—	23,01	273—401	179			
-101,8	14,2	—	—	—	—	—	180			
-330,8	47,83	—	—	—	34,9	298	181			
-485,90	69,60	42,80	41,0	—	52,50	298—671	182			
-342,66	42,0	28,77	23,80	-4,26	31,1	287—371	183			
-255,90	34,50	—	—	—	—	—	184			
-290,54	21,60	—	—	—	23,37	298	185			
-97,70	14,20	11,0	3,39	—	12,20	273—887	186			
-116,60	8,23	11,99	8,24	-2,27	11,85	298—700	187			
-115,27	25,20	9,17	36,0	—	21,30	273—523	188			
-342,80	35,37	—	—	—	—	—	189			
-262,0	15,70	18,62	13,80	-4,16	18,05	298—750	190			
-153,40	21,4	18,90	1,42	-2,06	17,04	298—900	191			
-143,70	6,44	10,18	1,74	-1,48	8,94	298—1100	192			
-221,00	15,09	13,04	15,08	—	18,40	298—600	193			
-736,8	84,13	—	—	—	83,19	298	194			
-213,90	20,50	21,99	9,30	-4,69	19,47	298—700	195			
-112,0	28,0	18,04	3,16	-1,37	17,41	273—923	196			
-92,0	14,30	11,11	1,94	-0,87	10,71	298—2000	197			
-124,50	12,70	16,60	2,44	-3,88	12,91	273—773	198			
-229,40	26,40	24,73	8,38	-3,23	25,74	273—1000	199			
-331,40	35,50	34,63	10,82	-2,2	33,38	298—1350	200			
-49,00	18,70	11,40	1,80	—	11,97	298—1800	201			
-11,04	46,01	7,12	6,09	-0,4	8,52	298—1800	202			
-16,7	—	—	—	—	19,30	298	203			
-75,38	22,60	11,80	32,00	—	20,10	298—458	204			
-560,92	51,70	—	—	—	54,11	298	205			
-281,86	52,65	24,77	67,20	—	44,71	275—600	206			
-87,26	36,0	—	—	—	33,3	298	207			
21,60	50,34	7,08	0,92	-0,14	7,13	298—2500	208			
8,09	57,47	10,26	2,04	-1,61	8,87	298—2000	209			
19,5	52,58	10,92	2,06	-2,04	9,25	298—2000	210			
2,24	72,73	20,05	9,50	-3,56	18,9	298—1000	211			
(8,06)	—	—	—	—	—	—	212			
12,57	63,0	10,73	1,84	-1,66	9,41	298—2000	213			
-270,8	16,9	21,02	4,23	-4,24	17,5	298—1900	214			
-86	20,0	11,87	2,1	—	12,5	298—550	215			
-169,8	29,4	—	—	—	19,2	298	216			
-98,21	17,3	10,98	3,9	—	12,14	298—1073	217			
-136,3	12,26	10,40	3,88	-0,33	11,19	298—1265	218			
-226,43	24,4	—	—	—	20,94	298	219			

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_{f, 298}^{\circ}$ кДж/моль·грав	$S_{298}^{\circ}$ Дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град			
				Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \Psi(T)$			
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-6}$	$C_p^{\circ}, 298$
220	NaJ (кр.) . . . . .	-287,9	91,2	52,30	6,78	-	54,31
221	NaNO <sub>3</sub> ·α . . . . .	-466,5	116,3	25,69	225,94	-	93,05
222	NaOH·α . . . . .	-426,6	64,18	7,34	125,0	13,38	59,66
223	NaOH (ж.) . . . . .	$\Delta H_{595}^{\text{пл}} = 6,36$	-	89,58	-5,86	-	-
224	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> (кр.) . . . . .	-3290	189,5	-	-	-	186,8
225	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·α . . . . .	-1129	136,0	70,63	135,6	-	110,0
226	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O . . . . .	-4077	2172	-	-	-	536
227	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (ж.) . . . . .	$\Delta H_{1127}^{\text{пл}} = 33,0$	-	-	-	-	188,3 *
228	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ·12H <sub>2</sub> O . . . . .	-5297	-	-	-	-	557,0
229	Na <sub>2</sub> O (кр.) . . . . .	-430,6	71,1	65,69	22,59	-	72,43
230	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (кр.) . . . . .	-510,9	93,3	69,87	65,26	-	89,33
231	Na <sub>2</sub> S (кр.) . . . . .	-389,1	94,1	82,88	68,61	-	103,22
232	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (кр.) . . . . .	-1090	146,0	-	-	-	120,1
233	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ·α . . . . .	-1384	149,4	65,0	220,9	-	130,8
234	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·β . . . . .	-	-	121,6	80,92	-	-
235	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ж.) . . . . .	$\Delta H_{1157}^{\text{пл}} = 24,06$	-	-	-	-	197,4 *
236	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·α . . . . .	-1117	-	-	-	-	146,0
237	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> (кр.) . . . . .	-2849,7	214,64	-	-	-	111,8
238	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (кр.) . . . . .	-1518	113,8	130,3	40,17	-27,02	179,1 *
239	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (ж.) . . . . .	$\Delta H_{1380}^{\text{пл}} = 52,30$	-	-	-	-	260,87 *
240	Na <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (кр.) . . . . .	-2398	164,8	185,69	70,54	-44,64	-
241	Na <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ж.) . . . . .	$\Delta H_{1148}^{\text{пл}} = 35,4$	-	-	-	-	-
242	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> ·α . . . . .	-3283,6	238,5	192,25	123,46	-11,63	215,9
243	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> (ж.) . . . . .	$\Delta H_{1300}^{\text{пл}} = 115,5$	-	-	-	-	390,8 *
244	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (кр.) . . . . .	-192,5	224,7	-	-	-	-
245	NiO·α . . . . .	-239,7	38,07	-20,88	157,23	16,28	44,27
246	NiS (кр.) . . . . .	-92,88	67,36	38,70	53,56	-	54,68
247	NiSO <sub>4</sub> (кр.) . . . . .	-889,1	97,1	125,9	41,58	-	138,3
248	PCl <sub>3</sub> (г.) . . . . .	-277,0	311,7	80,12	3,1	-7,99	72,05
249	PCl <sub>5</sub> (г.) . . . . .	-369,45	362,9	129,5	2,92	-16,4	111,9
250	P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (кр.) . . . . .	-3096	280	70,08	451,9	-	204,8
251	PbBr <sub>2</sub> (кр.) . . . . .	-277,0	161,4	77,78	9,2	-	80,54
252	PbCO <sub>3</sub> (кр.) . . . . .	-700	130,96	51,84	119,7	-	87,51
253	PbCl <sub>2</sub> (кр.) . . . . .	-359,1	136,4	66,78	33,47	-	76,78
254	PbJ <sub>2</sub> (кр.) . . . . .	-175,1	176,4	75,31	-	-	81,17
255	PbO (желт.) . . . . .	-217,86	67,4	37,87	19,66	-	45,86
256	PbO <sub>2</sub> (кр.) . . . . .	-276,6	76,44	53,14	32,64	-	62,89
257	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (кр.) . . . . .	-734,5	211,3	-	-	-	147,0
258	PbS (кр.) . . . . .	-94,28	91,20	37,32	-	-2,05	35,02
259	PbSO <sub>4</sub> (кр.) . . . . .	-918,1	147,28	45,86	129,70	17,57	104,3
260	PtCl <sub>2</sub> (кр.) . . . . .	-118	130	-	-	-	-
261	PtCl <sub>4</sub> (кр.) . . . . .	-226	209	-	-	-	-
262	RaSO <sub>4</sub> (кр.) . . . . .	-1472,77	142,26	-	-	-	-
263	SO <sub>2</sub> (г.) . . . . .	-296,9	248,1	42,55	12,55	-5,65	39,87

\* При температуре, указанной в графе "Температурный интервал".

$\Delta H_f^{\text{пл}} \text{ при } 298^\circ \text{ К кал/моль}$	$S_{298}^\circ \text{ кал/моль-град}$	Теплоемкость, кал/моль·град			$C_p^{\circ, 298}$	Температурный интервал, °К	№ по пор.			
		Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \Phi(T)$								
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$						
-68,81	21,8	12,5	1,62	—	12,98	298—936	220			
-111,5	27,8	6,14	54,0	—	22,23	298—550	221			
-102,0	15,34	1,75	29,88	3,2	14,26	298—566	222			
$\Delta H_{1127}^{\text{пл}} = 1,52$	—	21,41	-1,4	—	—	595—1000	223			
	-786,3	45,29	—	—	44,65	298	224			
	-289,9	32,5	16,88	32,4	26,53	298—723	225			
	-974,1	518,9	—	—	128	298	226			
	—	—	—	—	45,0 *	> 1127	227			
$\Delta H_{1127}^{\text{пл}} = 7,9$	-1266,0	—	—	—	133,1	298	228			
	-102,9	17,0	15,7	5,4	17,3	298—1100	229			
	-122,11	22,3	16,7	15,6	21,35	298—865	230			
	-93,0	22,5	19,81	16,4	24,7	298—1000	231			
	-260,5	34,89	—	—	28,70	298	232			
	-330,8	35,71	15,54	52,8	31,26	298—518	233			
	—	—	29,06	19,34	—	518—1157	234			
	—	—	—	—	47,18 *	1157—1850	235			
	-267	—	—	—	34,89	298	236			
	-681,1	51,3	—	—	—	—	237			
$\Delta H_{1360}^{\text{пл}} = 12,5$	-364,6	27,2	31,14	9,60	26,72	298—1360	238			
	-575	39,4	44,38	16,86	42,8 *	1360—1800	239			
	$\Delta H_{1148}^{\text{пл}} = 8,5$	—	—	—	37,43	298—1148	240			
	-784,8	57,0	45,95	29,46	62,35 *	1148—1800	241			
	—	—	—	—	51,63	298—845	242			
$\Delta H_{1300}^{\text{пл}} = 27,6$	$\Delta H_{1300}^{\text{пл}} = 27,6$	—	—	—	93,4 *	> 1300	243			
	-460,0	53,7	—	—	—	—	244			
	-57,3	9,1	-4,99	37,58	10,58	298—523	245			
	-22,2	16,1	9,25	12,8	13,07	298—600	246			
	-212,5	23,2	30,1	9,94	33,06	298—1200	247			
	-66,2	74,49	19,15	0,74	17,22	298—1000	248			
	-88,30	86,74	30,95	0,7	26,74	298—1500	249			
	-740,00	66,9	16,75	108,0	48,95	298—631	250			
	-66,21	38,58	18,59	2,2	19,25	298—643	251			
	-167,3	31,3	12,39	28,60	20,91	286—800	252			
	-85,83	32,6	15,96	8,0	18,35	298—700	253			
	-41,85	42,28	18,0	4,7	19,4	298—685	254			
	-52,07	16,1	9,05	6,4	10,96	298—1000	255			
	-66,12	18,27	12,7	7,8	15,03	298—1000	256			
	-175,55	50,5	—	—	35,14	298	257			
	-22,54	21,8	8,92	—	8,37	298—900	258			
	-219,43	35,2	10,96	31,0	4,2	24,93	298—1100	259		
	-28,2	31,0	—	—	—	—	260			
	-54,0	50,0	—	—	—	—	261			
	-352,0	34,0	—	—	—	—	262			
	-70,96	59,3	10,17	3,0	-1,35	9,53	298—1800	263		

№ по инд.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, 298^{\circ}$ кДж/моль	$\delta_{\text{сп}}^{\circ}$ Дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град			$C_p^{\circ}, 298$	
				Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \varphi(T)$				
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$		
264	$\text{SO}_2\text{Cl}_2$ (ж.) . . .	-389,1	217,2	—	—	—	131,8 *	
265	$\text{SO}_2\text{Cl}_2$ (г.) . . .	-358,7	311,3	53,72	79,50	—	77,4	
266	$\text{SO}_3$ (г.) . . .	-395,2	256,23	57,32	26,86	-13,05	50,63	
267	$\text{SbCl}_3$ (кр.) . . .	-382,2	186,2	43,1	213,8	—	106,7	
268	$\text{Sb}_2\text{O}_3$ (кр.) . . .	-700	123,0	79,91	71,55	—	101,25	
269	$\text{Sb}_2\text{O}_5$ (кр.) . . .	-880	125,1	—	—	—	117,7	
270	$\text{Sb}_2\text{S}_3$ (черн.) . . .	-160	166,6	101,3	55,20	—	117,75	
271	$\text{SiCl}_4$ (ж.) . . .	-671,4	239,7	—	—	—	145,3 *	
272	$\text{SiF}_4$ (г.) . . .	-1548	281,6	91,46	13,26	-19,66	73,37	
273	$\text{SiO}_2$ (кварц-α) . . .	-859,3	42,09	46,94	34,31	-11,3	44,48	
274	$\text{SiO}_2$ (кварц-β) . . .	—	—	60,29	8,12	—	—	
275	$\text{SiO}_2$ (тридимит-α)	-856,9	43,93	13,68	103,8	—	44,68	
276	$\text{SiO}_2$ (тридимит-β)	—	—	57,07	11,05	—	—	
277	$\text{SiO}_2$ (кристобаллит-α)	-857,7	43,26	17,91	88,12	—	44,18	
278	$\text{SiO}_2$ (кристобаллит-β)	—	—	60,25	8,24	—	—	
279	$\text{SnCl}_2$ (кр.) . . .	-349,6	136,0	67,78	38,74	—	79,4	
280	$\text{SnCl}_4$ (ж.) . . .	-544,9	258,5	—	—	—	165,2 *	
281	$\text{SnO}$ (кр.) . . .	-286	56,74	39,96	14,64	—	44,31	
282	$\text{SnO}_2$ (кр.) . . .	-580,8	52,34	73,89	10,04	-21,59	52,59	
283	$\text{SnS}$ (кр.) . . .	-101,8	77,0	35,69	31,30	3,77	49,25	
284	$\text{SrSO}_4$ (кр.) . . .	-1444	121,7	91,2	55,65	—	107,8	
285	$\text{TeCl}_4$ (кр.) . . .	-323,0	217,5	—	—	—	138,5 *	
286	$\text{TeO}_4$ (кр.) . . .	-325,5	73,7	57,95	28,74	—	66,48	
287	$\text{Th}(\text{OH})_4$ (кр.) . . .	-1763,6	133,9	—	—	—	—	
288	$\text{ThO}_2$ (кр.) . . .	-1231	65,24	66,27	12,05	-6,69	62,34	
289	$\text{TiCl}_4$ (ж.) . . .	-800	249	—	—	—	156,9 *	
290	$\text{TiCl}_4$ (г.) . . .	-759,8	352	106,5	1,0	-9,87	95,69	
291	$\text{TiO}_2$ (руттил)	-943,9	50,23	71,71	4,1	-14,64	56,44	
292	$\text{TiO}_2$ (анатаз)	—	49,90	72,01	4,52	-15,02	56,45	
293	$\text{TiCl}$ (кр.) . . .	-204,97	111,2	50,21	8,37	—	52,72	
294	$\text{TiCl}$ (г.) . . .	-68,41	255,6	37,4	—	-1,05	36,23	
295	$\text{Ti}_2\text{O}$ (кр.) . . .	-178	99,5	—	—	—	—	
296	$\text{UF}_4$ (кр.) . . .	-1854	151,2	—	—	—	117,6	
297	$\text{UF}_6$ (кр.) . . .	-2163	227,8	—	—	—	166,75	
298	$\text{UF}_6$ (г.) . . .	-2113	379,7	149,0	8,45	-19,37	129,7	
299	$\text{UO}_2$ (кр.) . . .	-1084,5	77,95	80,33	6,78	-16,56	63,76	
300	$\text{U}_3\text{O}_8$ (кр.) . . .	-3583,6	281,8	—	—	—	237,9 *	
301	$\text{UO}_2\text{F}_2$ (кр.) . . .	-1637,6	135,6	—	—	—	103,2 *	
302	$\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ (кр.) . . .	-1377	276,1	—	—	—	—	
303	$\text{ZnCO}_3$ (кр.) . . .	-810,7	82,4	38,9	138,0	—	80,18	
304	$\text{ZnO}$ (кр.) . . .	-349,0	43,5	48,99	5,10	-9,12	40,25	
305	$\text{ZnS}$ (кр.) . . .	-201	57,7	50,88	5,19	-5,69	46,02	
306	$\text{ZnSO}_4$ (кр.) . . .	-978,2	124,6	71,42	87,03	—	97,35	
307	$\text{ZrCl}_4$ (кр.) . . .	-982,0	186,1	133,6	—	-12,18	119,9	
308	$\text{ZrO}_2\text{-}\alpha$ . . . . .	-1094	50,32	69,62	7,53	-14,06	56,04	

\* При температуре, указанной в графе "Temperaturnyj interval".

$\Delta H_f^{\circ}$ кал/моль	$S_{298}^{\circ}$ кал/моль·град	Теплоемкость, кал/моль·град			$C_p^{\circ}, 298$	Темпера- турный интервал, °К	№ по пор.		
		Коэффициенты уравнения							
		$C_p^{\circ} = \varphi(T)$	$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$				
-93,0	51,9					31,5 *	219—342	264	
-85,74	74,4	12,84	19,0			18,51	298—500	265	
-94,45	61,24	13,70	6,42	-3,12		12,1	298—1200	266	
-91,34	44,5	10,3	51,1			25,5	273—346	267	
-167,3	29,4	19,1	17,1			24,2	273—930	268	
-210,32	29,9					28,13	298	269	
-38,24	39,82	24,21	13,2			28,14	273—821	270	
-160,5	57,3					34,73 *	298—331	271	
-370	67,3	21,86	3,17	-4,70		17,53	298—1000	272	
-205,38	10,06	11,22	8,2	-2,7		10,62	298—848	273	
		14,41	1,94				848—2000	274	
-204,8	10,5	3,27	24,8			10,67	298—390	275	
		13,64	2,64				390—2000	276	
-205,0	10,34	4,28	21,06			10,56	298—500	277	
		14,40	1,97				500—2000	278	
-83,60	32,5	16,2	9,26			18,96	298—520	279	
-130,23	61,8					39,5 *	298—388	280	
-68,4	13,5	9,55	3,50			10,60	298—1273	281	
-138,8	12,5	17,66	2,4	-5,16		12,57	273—1500	282	
-24,33	18,4	8,53	7,48	0,9		11,77	298—875	283	
-345,1	29,1	21,8	13,3			25,76	288—1500	284	
-77,2	52,0					33,2 *	298—497	285	
-77,7	17,61	13,85	6,87			15,9	298—1000	286	
-421,5	32							287	
-294,2	15,59	15,84	2,88	-1,60		14,89	298—1800	288	
-191,2	59,6					37,5 *	285—410	289	
-181,6	84,13	25,45	0,24	-2,36		22,88	298—2000	290	
-225,5	12,0	17,14	0,98	-3,50		13,49	298—1800	291	
	11,93	17,21	1,08	-3,59		13,49	298—1300	292	
-49,0	26,57	12,0	2,0			12,6	298—700	293	
-16,35	61,1	8,94	—	-0,25		8,65	298—2000	294	
-42,54	23,78							295	
-443,1	36,13					28,12	298	296	
-517,0	54,45					41,61	298	297	
-505,0	90,76	35,61	2,02	-4,63		31,0	298—1000	298	
-259,1	18,63	19,20	1,61	-3,96		15,23	298—1500	299	
-856,5	67,35					56,85 *	373—593	300	
-391,4	32,4					24,66 *	273—425	301	
-392,0	66,0							302	
-193,76	19,7	9,3	33,0			19,16	293—573	303	
-83,4	10,4	11,71	1,22	-2,18		9,62	273—1573	304	
-48,0	13,8	12,16	1,14	-1,36		11,0	298—1200	305	
-233,80	29,8	17,07	20,8			23,27	298—1000	306	
-234,7	44,48	31,92	—	-2,91		28,66	298—550	307	
-261,47	12,03	16,64	1,80	-3,36		13,4	298—1478	308	

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, 298$ кДж/моль	$S_{298}^{\circ}$ Дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град				$\frac{\partial C_p}{\partial T}, 298^{\circ}$ Дж/моль <sup>2</sup>	
				Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$					
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$		
III. Органические Углеводороды									
1	CH <sub>4</sub> (г.) метан . . . . .	-74,85	186,19	17,45	60,46	1,117	-7,20	35,79	
2	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г.) ацетилен . . . . .	226,75	200,8	23,46	85,77	-58,34	15,87	43,93	
3	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г.) этилен . . . . .	52,28	219,4	4,196	154,59	-81,09	16,82	43,63	
4	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г.) этан . . . . .	-84,67	229,5	4,494	182,26	-74,86	10,8	52,70	
5	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> (г.) пропадиен . . . . .	192,1	234,9	13,07	175,3	-71,17	—	58,99	
6	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> (г.) пропилен . . . . .	20,41	226,9	3,305	235,86	-117,6	22,68	63,89	
7	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (г.) пропан . . . . .	-103,9	269,9	-4,80	307,3	-160,16	32,75	73,51	
8	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> (г.) 1, 3-бутадиен . . . . .	111,9	278,7	-2,96	340,08	-223,7	56,53	79,54	
9	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (г.) 1-бутилен . . . . .	1,17	307,4	2,54	344,9	-191,28	41,66	89,33	
10	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (г.) цис-2-бутилен . . . . .	-5,70	300,8	-2,72	307,1	-111,3	—	78,91	
11	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (г.) транс-2-бутилен . . . . .	-10,06	296,5	8,38	307,54	-148,26	27,28	87,82	
12	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> (г.) 2-метилпропилен . . . . .	-13,99	293,6	7,08	321,63	-166,07	33,50	89,12	
13	<i>n</i> -C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (г.) <i>n</i> -бутан . . . . .	-124,7	310,0	0,469	385,38	-198,88	39,97	97,78	
14	<i>изо</i> -C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (г.) изобутан . . . . .	-131,6	294,64	-6,84	409,64	-220,55	45,74	96,82	
15	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> (г.) циклопентан . . . . .	-77,24	292,9	-54,39	545,8	-307,7	66,59	82,93	
16	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> (ж.) циклопентан . . . . .	-105,9	204,1	—	—	—	—	126,73	
17	<i>n</i> -C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (г.) <i>n</i> -пентан . . . . .	-146,4	348,4	1,44	476,5	-250,4	51,24	122,6	
18	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (г.) 2-метилбутан . . . . .	-154,5	343,0	-9,29	517,7	-292,9	64,78	120,6	
19	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (ж.) 2-метилбутан . . . . .	-179,3	260,4	—	—	—	—	164,9	
20	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (г.) 2, 2-диметилпропан(неопентан) . . . . .	-166,0	306,4	-15,10	548,6	-322,9	73,54	121,63	
21	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (г.) бензол . . . . .	82,93	269,2	-33,90	471,87	-298,34	70,84	81,67	
22	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (ж.) бензол . . . . .	49,04	173,2	59,50	255,02	—	—	136,1	
23	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> (г.) циклогексан . . . . .	-123,1	298,2	-51,72	598,8	-230,0	—	106,3	
24	<i>n</i> -C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> (г.) <i>n</i> -гексан . . . . .	-167,19	386,8	3,08	565,8	-300,4	62,06	146,7	
25	<i>n</i> -C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> (ж.) <i>n</i> -гексан . . . . .	-198,8	296,0	—	—	—	—	195,0	
26	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> (ж.) толуол . . . . .	50,00	319,7	-33,88	557,0	-342,4	79,87	103,8	
27	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> (г.) толуол . . . . .	8,08	219	—	—	—	—	166	
28	<i>n</i> -C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> (г.) <i>n</i> -гептан . . . . .	-187,82	425,3	5,02	653,76	-348,7	72,32	170,8	
29	<i>n</i> -C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> (ж.) <i>n</i> -гептан . . . . .	-224,4	328,0	—	—	—	—	224,7	
30	<i>o</i> -C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (г.) <i>o</i> -ксилол . . . . .	19,0	352,8	-14,81	591,1	-339,6	74,70	133,3	
31	<i>o</i> -C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (ж.) <i>o</i> -ксилол . . . . .	-24,4	246,0	—	—	—	—	188,8	
32	<i>m</i> -C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (г.) <i>m</i> -ксилол . . . . .	17,24	357,2	-27,38	620,9	-363,9	81,38	127,6	
33	<i>m</i> -C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (ж.) <i>m</i> -ксилол . . . . .	-25,42	252,2	—	—	—	—	183,2	
34	<i>n</i> -C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (г.) <i>n</i> -ксилол . . . . .	17,95	352,4	-25,92	609,7	-350,6	76,88	126,9	
35	<i>n</i> -C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (ж.) <i>n</i> -ксилол . . . . .	-24,34	247,4	—	—	—	—	183,8	
36	<i>n</i> -C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (г.) <i>n</i> -октан . . . . .	-208,4	463,7	6,91	741,9	-397,3	82,64	194,9	
37	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> (кр.) нафталин . . . . .	75,44	167,4	—	—	—	—	165,7	
38	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> (кр.) дифенил . . . . .	96,65	206	—	—	—	—	195	
39	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> (кр.) антрацен . . . . .	128,0	207,5	—	—	—	—	209	
40	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> (кр.) фенантрен	113	211,7	—	—	—	—	231	

$\Delta H_f^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}$	$S^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}\cdot\text{град}$	Теплоемкость, кал./моль·град				$C_p^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}\cdot\text{град}$	Температурный интервал, °К	# по				
		Коэффициенты уравнения										
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$							
<b>соединения</b>												
<b>дороды</b>												
-17,889	44,50	4,17	14,45	0,267	-1,722	8,55	298—1500	1				
54,194	47,997	5,61	20,50	-13,94	3,79	10,50	298—1500	2				
12,492	52,45	1,00	36,95	-19,38	4,02	10,43	298—1500	3				
-20,236	54,85	1,07	43,56	-17,89	2,58	12,59	298—1500	4				
45,92	56,14	3,12	41,90	-17,01	—	14,10	298—1000	5				
4,879	54,23	0,79	56,37	-28,11	5,42	15,27	298—1500	6				
-24,820	64,51	-1,15	73,45	-38,28	7,83	17,57	298—1500	7				
26,74	66,62	-0,71	81,28	-53,46	13,51	19,01	298—1500	8				
0,28	73,47	0,607	82,44	-45,72	9,96	21,35	298—1500	9				
-1,362	71,90	-0,65	73,40	-26,60	—	18,86	298—1000	10				
-2,40	70,86	2,00	73,50	-35,43	6,52	20,99	298—1500	11				
-3,34	70,17	1,69	76,87	-39,69	8,01	21,30	298—1500	12				
-29,80	74,10	0,112	92,11	-47,53	9,55	23,37	298—1500	13				
-31,45	70,42	-1,64	97,91	-52,71	10,93	23,14	298—1500	14				
-18,46	70,00	-13,00	130,45	-73,54	15,92	19,82	298—1500	15				
-25,30	48,82	—	—	—	—	30,29	298	16				
-35,00	83,40	0,34	113,88	-59,85	12,25	29,30	298—1500	17				
-36,92	81,98	-2,22	123,74	-70,00	15,48	28,82	298—1500	18				
-42,85	62,23	—	—	—	—	39,40	298	19				
-39,67	73,23	-3,61	131,11	-77,18	17,58	29,07	298—1500	20				
19,82	64,34	-8,10	112,78	-71,31	16,93	19,52	298—1500	21				
11,718	41,4	14,22	60,95	—	—	32,53	281—353	22				
-29,43	71,28	-12,36	143,11	-54,97	—	25,4	298—1000	23				
-39,96	92,45	0,737	135,23	-71,79	14,83	35,06	298—1500	24				
-47,52	70,75	—	—	—	—	46,59	298	25				
11,95	76,42	-8,10	133,14	-81,83	19,09	24,80	298—1500	26				
1,93	52,48	—	—	—	—	39,67	298	27				
-44,89	101,6	1,20	156,25	-83,35	17,29	40,8	298—1500	28				
-53,63	78,4	—	—	—	—	53,70	298	29				
4,54	84,31	-3,54	141,28	-81,164	17,85	31,85	298—1500	30				
-5,841	58,80	—	—	—	—	44,9	298	31				
4,12	85,37	-6,54	148,39	-86,973	19,45	30,49	298—1500	32				
-6,075	60,27	—	—	—	—	43,8	298	33				
4,29	84,23	-6,20	145,72	-83,79	18,37	30,32	298—1500	34				
-5,817	59,12	—	—	—	—	43,9	298	35				
-49,82	110,9	1,65	177,32	-94,95	19,75	46,58	298—1500	36				
18,03	40,0	—	—	—	—	39,6	298	37				
23,10	49,2	—	—	—	—	46,6	298	38				
30,59	49,6	—	—	—	—	49,9	298	39				
27,0	50,6	—	—	—	—	55,2	298	40				

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, \text{кДж/моль}$	$S_f^{\circ}, \text{Дж/моль·град}$	Теплоемкость, дж/моль·град				$C_p^{\circ} = f(T)$	$C_p^{\circ}, \text{дж/моль·град}$		
				Коэффициенты уравнения							
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$				
Кислородсодержащие											
41	$\text{CH}_2\text{O}$ (г.) муравьиный альдегид . . . . .	-115,9	218,8	18,82	58,38	-15,61	-	-	35,34		
42	$\text{CH}_2\text{O}_2$ (ж.) муравьиная кислота . . . . .	-422,8	129,0	-	-	-	-	-	99,0		
43	$\text{CH}_2\text{O}_2$ (г.) муравьиная кислота . . . . .	-376,7	251,6	19,4	112,8	-47,5	-	-	48,7		
44	$\text{CH}_4\text{O}$ (ж.) метиловый спирт . . . . .	-238,7	126,7	-	-	-	-	-	81,6		
45	$\text{CH}_4\text{O}$ (г.) метиловый спирт . . . . .	-201,2	289,7	15,28	105,2	-31,04	-	-	43,9		
46	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ (кр.) щавлевая кислота . . . . .	-826,8	120,1	-	-	-	-	-	109		
47	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (г.) уксусный альдегид . . . . .	-166,0	264,2	13,00	153,5	-53,7	-	-	54,64		
48	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (г.) окись этилена . . . . .	-51,0	243,7	-9,60	232,1	-140,5	32,90	48,5			
49	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (ж.) уксусная кислота . . . . .	-484,9	159,8	-	-	-	-	-	123,4		
50	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (г.) уксусная кислота . . . . .	-437,4	282,5	5,56	243,5	-151,9	36,8	66,5			
51	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (ж.) этиловый спирт . . . . .	-277,6	160,7	-	-	-	-	-	111,4		
52	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (г.) этиловый спирт . . . . .	-235,8	282,0	19,07	212,7	-108,6	21,9	73,6			
53	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (г.) диметиловый эфир . . . . .	-185,4	266,6	-	-	-	-	-	65,94		
54	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (ж.) этиленгликоль . . . . .	-454,9	179,5	-	-	-	-	-	151		
55	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (г.) этиленгликоль . . . . .	-397,9	323,5	-	-	-	-	-			
56	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (ж.) ацетон . . . . .	-247,7	200	-	-	-	-	-	125		
57	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (г.) ацетон . . . . .	-216,4	294,9	22,47	201,8	-63,5	-	-	74,9		
58	$n\text{-C}_3\text{H}_8\text{O}$ (ж.) $n$ -пропи́ловый спирт . . . . .	-306,6	192,9	-	-	-	-	-	148,6		
59	$n\text{-C}_3\text{H}_8\text{O}$ (г.) $n$ -пропи́ловый спирт . . . . .	-260,4	317,6	-	-	-	-	-			
60	$изо\text{-C}_3\text{H}_8\text{O}$ (ж.) изо-пропи́ловый спирт . . . . .	-318,7	180	-	-	-	-	-	153,4		
61	$изо\text{-C}_3\text{H}_8\text{O}$ (г.) изопропи́ловый спирт . . . . .	-275,4	306,3	-	-	-	-	-			
62	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ (ж.) глицерин . . . . .	-659,4	207,9	-	-	-	-	-	223,0		
63	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$ (кр.) малеиновая кислота . . . . .	-787,8	159	-	-	-	-	-	137		
64	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$ (кр.) фумаровая кислота . . . . .	-811,0	166	-	-	-	-	-	142		
65	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ (ж.) масляная кислота . . . . .	-524,3	255	-	-	-	-	-	178		

$\Delta H_f, 298^\circ$ кал/моль·град	$S_{298^\circ}$ кал/моль·град	Теплоемкость, кал/моль·град				$C_p, 298^\circ$ кал/моль·град	Темпера- турный интервал, °К	№ по пор.			
		Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$									
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$						
<b>с о е д и н е н и я</b>											
-27,70	52,29	4,498	13,953	-3,73	-	8,45	298—1500	41			
-101,05	30,83	-	-	-	-	23,66	298	42			
-90,03	60,13	4,637	26,96	-11,35	-	11,64	298—1000	43			
-57,05	30,28	-	-	-	-	19,50	298	44			
-48,09	57,29	3,652	25,143	-7,42	-	10,49	298—1000	45			
-197,6	28,70	-	-	-	-	26,05	298	46			
-39,67	63,15	3,11	36,69	-12,83	-	13,06	298—1000	47			
-12,19	58,25	-2,29	55,47	-33,58	7,86	11,59	298—1000	48			
-115,89	38,19	-	-	-	-	29,49	298	49			
-104,54	67,52	1,33	58,20	-36,30	8,80	15,89	298—1500	50			
-66,35	38,41	-	-	-	-	26,63	298	51			
-56,24	67,40	4,56	50,84	-25,96	5,23	17,59	298—1500	52			
-44,31	63,72	-	-	-	-	15,76	298	53			
-108,7	42,90	-	-	-	-	36,1	298	54			
-95,1	77,33	-	-	-	-	-	-	55			
-59,20	47,20	-	-	-	-	29,9	298	56			
-51,72	70,48	5,37	48,23	-15,18	-	17,9	298—1500	57			
-73,3	46,10	-	-	-	-	35,5	298	58			
-62,28	75,9	-	-	-	-	-	-	59			
-76,17	43,0	-	-	-	-	36,7	298	60			
-65,83	73,2	-	-	-	-	-	-	61			
-157,6	49,7	-	-	-	-	53,3	298	62			
-188,3	38,0	-	-	-	-	32,7	298	63			
-198,8	39,7	-	-	-	-	33,9	298	64			
-125,3	61,0	-	-	-	-	42,5	298	65			

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, \text{кал/моль}$	$S_{298}^{\circ}, \text{дж/моль·град}$	Теплоемкость, дж/моль·град				$C_p^{\circ}, \text{дж/моль·град}$	
				Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$					
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$		
66	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ (ж.) уксусно-этиловый эфир . . .	-469,5	259	—	—	—	—	170	
67	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ (ж.) 1, 4-диоксан . . .	-400,8	196,6	—	—	—	—	152,9	
68	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ (ж.) циклопентанол . . .	-300,2	206	—	—	—	—	184	
69	$n\text{-C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ (ж.) $n$ -амиловый спирт . . .	-360,1	254,8	—	—	—	—	209,2	
70	$n\text{-C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ (г.) $n$ -амиловый спирт . . .	-307,2	381,6	—	—	—	—	—	
71	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ (кр.) фенол . . .	-162,8	142	—	—	—	—	134,7	
72	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ (кр.) гидрохинон . . .	-363,0	—	—	—	—	—	142	
73	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ (кр.) хинон . . .	-186,8	—	—	—	—	—	132	
74	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ (кр.) бензойная кислота . . .	-385,2	167,6	—	—	—	—	146,8	
75	$\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ (ж.) бензиловый спирт . . .	-161,0	216,7	—	—	—	—	217,8	
76	$\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_3$ (кр.) ангидрид фталевой кислоты . . .	-460,4	179,5	—	—	—	—	161,8	
77	$\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ (кр.) фталевая кислота . . .	-781,9	207,9	—	—	—	—	188,2	
78	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_4$ (кр.) хингидрон . . .	(-581,6)	—	—	—	—	—	—	
79	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (кр.) сахара-роза . . .	-2221	360	—	—	—	—	425	
Галогенсодержащие									
80	$\text{CH}_3\text{F}$ (г.) фтористый метил . . .	-247	222,8	9,75	97,3	-29,10	—	37,40	
81	$\text{CH}_3\text{Cl}$ (г.) хлористый метил . . .	-82,0	233,5	15,57	92,74	-28,31	—	40,71	
82	$\text{CH}_3\text{Br}$ (г.) бромистый метил . . .	-35,6	245,8	18,53	89,40	-27,28	—	42,4	
83	$\text{CH}_3\text{J}$ (ж.) иодистый метил . . .	-8,4	162,7	—	—	—	—	127,2	
84	$\text{CH}_3\text{J}$ (г.) иодистый метил . . .	20,5	253,0	19,67	92,67	-32,28	—	44,1	
85	$\text{CH}_2\text{F}_2$ (г.) дифторметан . . .	-441,6	246,0	11,39	118,2	-46,0	—	43,0	
86	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$ (ж.) дихлорметан . . .	-117,1	178,6	—	—	—	—	100,0	
87	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$ (г.) дихлорметан . . .	-87,9	270,2	16,10	144,4	-98,60	25,2	51,1	
88	$\text{CHF}_3$ (г.) трифторметан . . .	-680,3	259,5	18,80	127,9	-55,78	—	51,09	
89	$\text{CHCl}_3$ (ж.) трихлорметан (хлороформ) . . .	-131,8	202,9	—	—	—	—	116,3	

$\Delta H_f^{\circ}, \text{кал/моль}$	$S^{\circ}, \text{кал/моль\cdotград}$	Теплоемкость, кал/моль\cdotград				$C_p^{\circ}, \text{кал/моль\cdotград}$	Темпера-турный интервал, °К	№ по пор.			
		Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = f(T)$									
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$						
-112,2	61,9	—	—	—	—	40,6	298	66			
-95,8	47,0	—	—	—	—	36,5	298	67			
-71,7	49,2	—	—	—	—	44,0	298	68			
-86,1	60,9	—	—	—	—	50,0	298	69			
-73,42	91,2	—	—	—	—	—	—	70			
-38,9	33,9	—	—	—	—	32,2	298	71			
-86,8	—	—	—	—	—	33,9	298	72			
-44,6	—	—	—	—	—	31,6	298	73			
-92,1	40,1	—	—	—	—	35,1	298	74			
-38,5	51,8	—	—	—	—	52,1	298	75			
-110,0	42,9	—	—	—	—	38,7	298	76			
-186,9	49,7	—	—	—	—	45,0	298	77			
(-139)	—	—	—	—	—	—	—	78			
-530,8	86,0	—	—	—	—	101,6	298	79			

## с о д е н и е н и я

-59,0	53,2	2,33	23,30	-6,96	—	8,94	298—1500	80
-19,6	55,8	3,72	22,20	-6,77	—	9,73	298—1500	81
-8,5	58,8	4,43	21,37	-6,52	—	10,13	298—1500	82
-2,0	38,9	—	—	—	—	30,4	298	83
4,90	60,5	4,70	22,10	-7,72	—	10,5	298—1000	84
-105,5	58,8	2,72	28,20	-11,0	—	10,3	298—1000	85
-28,0	42,7	—	—	—	—	23,9	298	86
-21,0	64,6	3,85	34,50	-23,6	6,02	12,2	298—1000	87
-162,6	62,0	4,49	30,60	-13,3	—	12,2	298—1000	88
-31,5	48,5	—	—	—	—	27,8	298	89

№ по пор.	Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, \text{Дж/моль}$	$S^{\circ}, \text{Дж/моль·град}$	Теплоемкость, $\text{Дж/моль·град}$				$C_p^{\circ}, \text{Дж/моль·град}$	
				Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = f(T)$					
				$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$		
90	$\text{CHCl}_3$ (г.) трихлорметан (хлороформ)	-100,4	295,6	81,38	16,0	-18,7 *	-	65,7	
91	$\text{CF}_4$ (г.) тетрафторометан (четырехфтористый углерод)	-908	262,0	85,67	15,9	-26,3 *	-	61,2	
92	$\text{CCl}_4$ (ж.) тетрахлорметан (четыреххлористый углерод)	-139,3	214,4	-	-	-	-	131,7	
93	$\text{CCl}_4$ (г.) тетрахлорметан (четыреххлористый углерод)	-106,7	309,7	97,65	9,62	-15,06*	-	83,4	
94	$\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$ (г.) фтористый этил	-297	364,8	8,39	190,2	-67,83	-	58,6	
95	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ (г.) хлористый этил	-105,0	274,8	13,07	188,5	-71,94	-	62,3	
96	$\text{C}_6\text{H}_5\text{F}$ (ж.) фторбензол	-145,4	205,9	-	-	-	-	146,4	
97	$\text{C}_6\text{H}_5\text{F}$ (г.) фторбензол	-109,7	323,5	-34,2	532,0	-375,8	98,0	94,4	
98	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ (ж.) хлорбензол	10,65	194,1	-	-	-	-	150,1	
99	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ (г.) хлорбензол	52,13	313,2	-33,9	558,0	-445,2	139,4	97,1	
100	$\text{C}_7\text{H}_5\text{F}_3$ (ж.) фенилтрифторметан	-618,6	271,5	-	-	-	-	188,4	
101	$\text{C}_7\text{H}_5\text{F}_3$ (г.) фенилтрифторметан	-581,0	372,6	-33,4	681,3	-490,5	129,0	130,4	
Азотсодержащие									
102	$\text{CH}_3\text{N}$ (г.) метиламин	-28,03	241,6	16,34	130,6	-38,45	-	51,7	
103	$\text{CH}_2\text{N}_2$ (г.) диазометан	192	238,7	54,02	31,5	-13,16*	-	48,85	
104	$\text{CH}_6\text{N}_2$ (ж.) метилгидразин	-	165,9	-	-	-	-	134,9	
105	$\text{CH}_6\text{N}_2$ (г.) метилгидразин	-	278,7	25,30	179,0	-56,4	-	71,13	
106	$\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ (г.) диметиламин	-27,61	273,1	-3,10	283,1	-152,2	32,0	69,04	
107	$\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ (г.) триметиламин	-46,02	288,8	-11,95	414,2	-245,8	56,8	91,76	
108	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ (ж.) пиридин	99,95	177,9	-	-	-	-	132,7	
109	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ (г.) пиридин	140,2	282,8	-38,60	479,5	-326,6	83,1	78,12	
110	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ (ж.) анилин	29,7	192	-	-	-	-	191	
111	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ (г.) анилин	82,4	301	-	-	-	-	-	
112	$\text{CH}_4\text{ON}_2$ (кр.) мочевина	-333,1	104,6	-	-	-	-	-	
113	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$ (кр.) аминокислота (гликоколь)	-524,9	109,2	-	-	-	-	93,14	
114	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$ (ж.) нитробензол	11,2	224,3	-	-	-	-	100,3	
								187,3	

\* Эта величина представляет собой коэффициент  $c' \cdot 10^{-5}$  уравнения  $C_p^{\circ} = a + bT + \frac{c'}{T^2}$ .

$\Delta H_f^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}\cdot\text{град}$	$S^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}\cdot\text{град}$	Теплоемкость, кал/моль·град				$C_p^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}\cdot\text{град}$	Темпера- турный интервал, °К	№ по пор.			
		Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$									
		$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$						
-24,0	70,6	19,45	3,82	-4,47 *	-	15,7	298—1000	90			
-217,0	62,6	20,48	3,80	-6,29 *	-	14,6	298—1000	91			
-33,3	51,2	-	-	-	-	31,5	298	92			
-25,5	74,0	23,34	2,30	-3,60 *	-	19,9	298—1000	93			
-71,0	87,2	2,01	45,46	-16,2	-	14,0	298—600	94			
-25,1	65,7	3,12	45,05	-17,2	-	14,9	298—700	95			
-34,8	49,2	-	-	-	-	35,0	298	96			
-26,2	77,3	-8,17	127,2	-89,8	23,4	22,6	298—1500	97			
2,55	46,4	-	-	-	-	35,9	298	98			
12,46	74,86	-8,10	133,4	-106,4	33,3	23,2	298—1000	99			
-147,8	64,9	-	-	-	-	45,0	298	100			
-138,9	89,1	-7,98	162,8	-117,2	30,8	31,2	298—1500	101			
с ое д и н е н и я											
-6,70	57,74	3,91	32,21	-9,19	-	12,36	298—1500	102			
45,9	57,05	12,91	7,53	-3,15 *	-	11,68	298—1000	103			
-	39,65	-	-	-	-	32,2	298	104			
-	66,6	6,05	42,78	-13,48	-	17,00	298—1500	105			
-6,60	65,27	-0,74	67,66	-36,38	7,65	16,50	298—1500	106			
-11,00	69,02	-2,86	98,99	-58,75	13,58	21,93	298—1500	107			
23,89	42,52	-	-	-	-	31,72	298	108			
33,5	67,59	-9,23	114,6	-78,06	19,86	18,67	298—1500	109			
7,1	45,9	-	-	-	-	45,6	298	110			
19,7	71,9	-	-	-	-	-	-	111			
-79,6	25,0	-	-	-	-	22,26	298	112			
-125,4	26,1	-	-	-	-	24,0	298	113			
2,7	53,6	-	-	-	-	44,8	298	114			

#### IV. Ионы в водных растворах

Ион	$\Delta H_f^{\circ} 298^\circ$ ккал/г-ион	$\Delta S^{\circ}$ 298° ккал/г-ион	$S^{\circ}$ 298° ддж/г-ион·град	$\Delta H_f^{\circ} 298^\circ$ ккал/г-ион	$\Delta S^{\circ}$ 298° ккал/г-ион	$S^{\circ}$ 298° кал/г-ион·град
Ag <sup>+</sup>	105,90	77,11	73,93	25,31	18,43	17,67
Al <sup>3+</sup>	-524,7	-481,2	-313,4	-125,4	-115,0	-74,9
AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-870,3	-636,0	-144,8	-208	-152	-34,6
Ba <sup>2+</sup>	-538,36	-560,7	13	-128,67	-134,0	3
Br <sup>-</sup>	-120,92	-102,82	80,71	-28,90	-24,57	19,29
BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-40,2	45,6	161,1	-9,6	10,9	38,5
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	-488,87	-375,39	-	-116,84	-89,72	-
CN <sup>-</sup>	151,0	165,7	92,0	36,1	39,6	22,0
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-676,26	-528,10	-53,1	-161,63	-126,22	-12,7
C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-824,2	-674,9	51,0	-197,0	-161,3	12,2
Ca <sup>2+</sup>	-542,96	-553,04	-55,2	-129,77	-132,18	-13,2
Cd <sup>2+</sup>	-72,38	-77,74	-61,1	-17,30	-18,58	-14,6
Cl <sup>-</sup>	-167,46	-131,17	55,10	-40,02	-31,35	13,17
ClO <sup>-</sup>	-107,65	-38,53	47,53	-25,73	-9,21	11,36
ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-69,0	14,6	100,4	-16,5	3,5	24,0
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-98,32	-2,59	163,2	-23,50	-0,62	39,0
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-131,42	-10,75	180,7	-31,41	-2,57	43,2
Co <sup>2+</sup>	-67,4	-51,5	-111,7	-16,1	-12,3	-26,7
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-863,2	-706,3	38,5	-206,3	-168,8	9,2
Cs <sup>+</sup>	-247,7	-282,04	133,1	-59,2	-67,41	31,8
Cu <sup>+</sup>	71,5	50,2	39,3	17,1	12,0	9,4
Cu <sup>2+</sup>	64,39	64,98	-98,7	15,39	15,53	-23,6
F <sup>-</sup>	-329,11	-276,48	-9,6	-78,66	-66,08	-2,3
Fe <sup>2+</sup>	-87,9	-84,94	-113,4	-21,0	-20,30	-27,1
Fe <sup>3+</sup>	-47,7	-10,54	-293,3	-11,4	-2,52	-70,1
H <sup>+</sup>	0	0	0 *	0	0	0 *
HCOO <sup>-</sup>	-410,0	-334,7	91,6	-98,0	-80,0	21,9
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-691,11	-587,06	95,0	-165,18	-140,31	22,7
Hg <sup>2+</sup>	174,01	164,77	-22,6	41,59	39,38	-5,4
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	168,2	154,18	74,1	40,2	36,85	17,7
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-1298,7	-1094,1	-36,0	-310,4	-261,5	-8,6
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-1302,5	-1135,1	89,1	-311,3	-271,3	21,3
HS <sup>-</sup>	-17,66	12,59	61,1	-4,22	3,01	14,6
HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-627,98	-527,31	132,38	-150,09	-126,03	31,64
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-885,75	-752,87	126,86	-211,70	-179,94	30,32
J <sup>-</sup>	-55,94	-51,67	109,37	-13,37	-12,35	26,14
JO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-230,1	-135,6	115,9	-55,0	-32,4	27,7
K <sup>+</sup>	-251,21	-282,28	102,5	-60,04	-67,47	24,5
Li <sup>+</sup>	-278,46	-293,80	14,2	-66,55	-70,22	3,4
Mg <sup>2+</sup>	-461,96	-456,01	-118,0	-110,41	-108,99	-28,2

\* Абсолютная энтропия H<sup>+</sup>  $S_{298}^{\circ} = -14,2$  дж/г-ион·град (-3,4 кал/г-ион·град)

Ион	$\Delta H_f^{\circ}$ , кДж/2-ион	$\Delta G^{\circ}$ , кДж/2-ион	$S^{\circ}$ , Дж/К·2-ион·град	$\Delta H_f^{\circ}$ , ккал/2-ион	$\Delta G^{\circ}$ , ккал/2-ион	$S^{\circ}$ , кал/2-ион·град
Mn <sup>2+</sup>	-218,8	-223,4	-79,9	-52,3	-53,4	-19,1
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-518,4	-425,1	190,0	-123,9	-101,6	45,4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-132,80	-79,50	112,84	-31,74	-19,00	26,97
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-106,3	-35,35	125,1	-25,4	-8,45	29,9
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-206,57	-110,50	146,4	-49,37	-26,41	35,0
Na <sup>+</sup>	-239,66	-261,87	60,2	-57,28	-62,59	14,4
Ni <sup>2+</sup>	-64,0	-64,4	-123,0	-15,3	-11,1	-29,4
OH <sup>-</sup>	-229,94	-157,30	-10,54	-54,96	-37,60	-2,52
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-1284,1	-1025,5	-218	-306,9	-245,1	-52
Pb <sup>2+</sup>	1,63	-24,31	21,3	0,39	-5,81	5,1
Rb <sup>+</sup>	-246,4	-282,21	124,3	-58,9	-67,45	29,7
S <sup>2-</sup>	41,8	83,7	-26,8	10,0	20,0	-6,4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-907,51	-742,99	17,2	-216,90	-177,34	4,1
Sr <sup>2+</sup>	-545,51	-557,3	-26,4	-130,38	-133,2	-6,3
U <sup>3+</sup>	-514,6	-520,5	-126	-123,0	-124,4	-30
U <sup>4+</sup>	-613,8	-579,1	-326	-146,7	-138,4	-78
UO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	-1035,1	-994,1	50	-247,4	-237,6	12
Zn <sup>2+</sup>	-152,42	-147,21	-106,48	-36,43	-35,18	-25,45

## V. Ионы в жидком аммиаке

Ион	$\Delta H_f^{\circ}$ , кДж/2-ион	$\Delta G^{\circ}$ , кДж/2-ион	$S^{\circ}$ , Дж/К·2-ион·град	$\Delta H_f^{\circ}$ , ккал/2-ион	$\Delta G^{\circ}$ , ккал/2-ион	$S^{\circ}$ , кал/2-ион·град
Ag <sup>+</sup>	108,8	73,6	96,2	26	17,6	23
Br <sup>-</sup>	-246,9	-167,4	-126,8	-59	-40	-30,3
Ca <sup>2+</sup>	-418,4	-418,0	-87,9	-100,0	-99,9	-21
Cl <sup>-</sup>	-274,9	-184,5	-126,8	-65,7	-44,1	-30,3
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-199,6	-74,1	62,8	-47,7	-17,7	15
Cs <sup>+</sup>	-163,2	-193,7	121,3	-39	-46,3	29
H <sup>+</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hg <sup>2+</sup>	189,1	129,3	146,4	45,2	30,9	35
J	-189,5	-121,3	-104,6	-45,3	-29,0	-25
K <sup>+</sup>	-169,4	-196,6	89,5	-40,5	-47,0	21,4
Li <sup>+</sup>	-205,0	-225,9	33,5	-49	-54,0	8
NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>	42,3	141,8	-41,8	10,1	33,9	-10
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-67,4	-11,3	103,3	-16,1	-2,7	24,7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-324,7	-178,6	-20,9	-77,6	-42,7	-5
Na <sup>+</sup>	-159,4	-182,4	63,2	-38,1	-43,6	15,1
Pb <sup>2+</sup>	87,9	54,4	46,0	21,0	13,0	11
Rb <sup>+</sup>	-163,2	-196,2	121,3	-39	-46,9	29
SCN <sup>-</sup>	-49,4	-	-	-11,8	-	-

## 7. Средняя теплоемкость

Средняя теплоемкость приводится для температурного интервала от 298° К до указанной в табл.

№ по пор.	Вещество	500° К	600° К	700° К	800° К	900° К	1000° К	1200° К	1500° К	2000° К
		Средняя теплоемкость, дж/моль·град								
1	Ag (кр.) . . . . .	25,94	26,23	26,48	26,78	27,07	27,32	27,87	—	—
2	Al (кр.) . . . . .	26,65	26,23	26,86	27,49	28,07	—	—	—	—
3	As (кр.) . . . . .	25,61	26,07	26,53	26,99	27,45	27,91	—	—	—
4	Au (кр.) . . . . .	25,77	26,02	26,28	26,53	26,82	27,07	27,57	—	—
5	B (кр.) . . . . .	13,81	14,73	15,65	16,57	17,49	18,41	20,25	—	—
6	Ba- $\alpha$ . . . . .	27,78	28,46	—	—	—	—	—	—	—
7	Be (кр.) . . . . .	20,25	21,05	21,59	22,43	23,01	23,60	—	—	—
8	Bi (кр.) . . . . .	27,78	—	—	—	—	—	—	—	—
9	Br <sub>2</sub> (р.) . . . . .	38,37	38,74	39,08	39,37	39,66	40,00	40,50	41,34	—
10	C (алмаз) . . . . .	10,25	11,63	12,76	13,81	14,77	16,07	17,32	—	—
11	C (графит) . . . . .	13,01	14,23	15,10	15,82	16,44	16,99	17,91	19,04	20,59
12	Ca- $\alpha$ . . . . .	27,78	28,45	29,16	—	—	—	—	—	—
13	Cd- $\alpha$ . . . . .	27,07	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Cl (р.) . . . . .	22,22	22,30	22,34	22,38	22,38	22,38	22,34	22,30	22,22
15	Cl <sub>2</sub> (р.) . . . . .	35,44	35,77	36,02	36,23	36,40	36,53	36,78	37,07	—
16	Co- $\alpha$ . . . . .	26,48	27,32	—	—	—	—	—	—	—
17	Cr . . . . .	25,90	26,82	27,61	28,33	29,00	29,62	30,84	32,47	—
18	Cu . . . . .	25,15	25,46	25,77	26,09	26,40	26,72	27,34	—	—
19	F <sub>2</sub> (р.) . . . . .	33,18	33,68	34,02	34,31	34,52	34,73	35,15	35,61	36,28
20	Fe- $\alpha$ * . . . . .	27,20	28,28	29,71	30,88	32,55	35,15	—	—	—
21	Ge (кр.) . . . . .	30,50	31,34	32,22	33,05	33,89	34,73	36,40	—	—
22	H <sub>2</sub> (р.) . . . . .	27,54	27,84	28,09	28,38	28,55	28,77	29,17	29,74	30,66
23	J <sub>2</sub> (р.) . . . . .	37,15	37,28	37,36	37,45	37,49	37,53	37,66	37,79	37,95
24	Mg (кр.) . . . . .	26,26	26,84	27,40	27,96	28,51	—	—	—	—
25	Mn- $\alpha$ . . . . .	28,45	29,33	30,17	30,96	31,76	32,51	—	—	—
26	Mo (кр.) . . . . .	25,10	25,37	25,64	25,92	26,19	26,46	27,00	27,82	—
27	N <sub>2</sub> (р.) . . . . .	29,58	29,79	30,00	30,21	30,42	30,63	31,05	31,71	32,76
28	Ni- $\alpha$ . . . . .	28,74	30,22	—	—	—	—	—	—	—
29	O <sub>2</sub> (р.) . . . . .	30,29	30,88	31,34	31,76	32,09	32,43	32,97	33,68	34,73
30	O <sub>3</sub> (р.) . . . . .	44,13	45,54	46,66	47,60	48,43	49,16	—	—	—
31	P (красн.) . . . . .	26,34	27,16	27,97	28,79	—	—	—	—	—
32	P <sub>2</sub> (р.) . . . . .	33,85	34,31	34,89	34,94	35,19	35,40	35,69	36,07	36,59
33	Pb (кр.) . . . . .	27,41	27,87	—	—	—	—	—	—	—
34	Pt (кр.) . . . . .	26,26	26,54	26,82	27,10	27,38	27,66	28,22	29,06	—
35	S <sub>2</sub> (р.) . . . . .	34,18	34,64	34,98	35,23	35,48	35,65	35,94	36,32	36,78
36	Sb (кр.) . . . . .	26,00	26,37	26,73	27,10	27,46	—	—	—	—
37	Si (кр.) . . . . .	22,22	22,84	23,30	23,68	24,02	24,27	—	—	—
38	Sn (бел.) . . . . .	29,00	—	—	—	—	—	—	—	—
39	Sr (кр.) . . . . .	25,73	—	—	—	—	—	—	—	—
40	Te (кр.) . . . . .	26,32	26,63	—	—	—	—	—	—	—
41	Th (кр.) . . . . .	29,25	30,20	31,15	32,10	33,05	34,00	35,90	38,74	—
42	Tl (кр.) . . . . .	26,11	26,61	27,11	27,61	28,12	28,62	—	—	—
43	Tl- $\alpha$ * . . . . .	27,78	—	—	—	—	—	—	—	—
44	U (кр.) . . . . .	29,58	30,92	32,34	33,85	35,40	—	—	—	—
45	W (кр.) . . . . .	25,28	25,44	25,62	25,78	25,95	26,07	26,40	26,87	27,66
46	Zn (кр.) . . . . .	26,39	26,89	—	—	—	—	—	—	—
47	Zr- $\alpha$ . . . . .	27,91	28,53	29,08	29,54	29,83	30,33	—	—	—

\* Средняя теплоемкость вычислена графическим интегрированием.

**простых веществ и соединений**

блице температуры.

500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K	№ по пор.
Средняя теплоемкость, кал/моль·град									
<b>вещества</b>									
6,20	6,27	6,33	6,40	6,47	6,53	6,66	—	—	1
6,13	6,27	6,42	6,57	6,71	—	—	—	—	2
6,12	6,23	6,34	6,45	6,56	6,67	—	—	—	3
6,16	6,22	6,28	6,34	6,41	6,47	6,59	—	—	4
3,30	3,52	3,74	3,96	4,18	4,40	4,84	—	—	5
6,64	6,80	—	—	—	—	—	—	—	6
4,84	5,03	5,16	5,36	5,50	5,64	—	—	—	7
6,64	—	—	—	—	—	—	—	—	8
9,17	9,26	9,34	9,41	9,48	9,56	9,68	9,88	—	9
2,45	2,78	3,05	3,30	3,53	3,84	4,14	—	—	10
3,11	3,40	3,61	3,78	3,93	4,06	4,28	4,55	4,92	11
6,64	6,80	6,97	—	—	—	—	—	—	12
6,47	—	—	—	—	—	—	—	—	13
5,31	5,33	5,34	5,35	5,35	5,35	5,34	5,33	5,31	14
8,47	8,55	8,61	8,66	8,70	8,73	8,79	8,86	—	15
6,33	6,53	—	—	—	—	—	—	—	16
6,19	6,41	6,60	6,77	6,93	7,08	7,37	7,76	—	17
6,01	6,08	6,16	6,23	6,31	6,38	6,53	—	—	18
7,93	8,05	8,13	8,20	8,25	8,30	8,40	8,51	8,67	19
6,50	6,76	7,10	7,38	7,78	8,40	—	—	—	20
7,29	7,49	7,70	7,90	8,10	8,30	8,70	—	—	21
6,58	6,65	6,71	6,77	6,82	6,88	6,97	7,11	7,33	22
8,88	8,91	8,93	8,95	8,96	8,97	9,00	9,03	9,07	23
6,28	6,41	6,55	6,68	6,81	—	—	—	—	24
6,80	7,01	7,21	7,40	7,59	7,77	—	—	—	25
6,00	6,06	6,13	6,19	6,26	6,32	6,45	6,65	—	26
7,07	7,12	7,17	7,22	7,27	7,32	7,42	7,58	7,83	27
6,87	7,22	—	—	—	—	—	—	—	28
7,24	7,38	7,49	7,59	7,67	7,75	7,88	8,05	8,30	29
10,55	10,89	11,15	11,38	11,57	11,75	—	—	—	30
6,30	6,49	6,69	6,88	—	—	—	—	—	31
8,09	8,20	8,29	8,35	8,41	8,46	8,53	8,62	8,74	32
6,55	6,66	—	—	—	—	—	—	—	33
6,27	6,34	6,41	6,48	6,54	6,61	6,74	6,94	—	34
8,17	8,28	8,36	8,42	8,48	8,52	8,59	8,68	8,79	35
6,21	6,30	6,39	6,48	6,56	—	—	—	—	36
5,31	5,46	5,57	5,66	5,74	5,80	—	—	—	37
6,93	—	—	—	—	—	—	—	—	38
6,15	—	—	—	—	—	—	—	—	39
6,29	6,36	—	—	—	—	—	—	—	40
6,99	7,22	7,45	7,67	7,90	8,13	8,58	9,26	—	41
6,24	6,36	6,48	6,60	6,72	6,84	—	—	—	42
6,64	—	—	—	—	—	—	—	—	43
7,07	7,39	7,73	8,09	8,46	—	—	—	—	44
6,04	6,08	6,12	6,16	6,20	6,23	6,31	6,42	6,61	45
6,31	6,43	—	—	—	—	—	—	—	46
6,27	6,82	6,95	7,06	7,13	7,25	—	—	—	47

№ по пор.	Вещество	500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K
		Средняя теплоемкость, дж/моль·град								
48	AgBr (кр.) . . .	58,95	62,17	—	—	—	—	—	—	—
49	AgCl (кр.) . . .	56,40	57,86	58,95	—	—	—	—	—	—
50	Ag <sub>2</sub> O (кр.) . . .	67,14	—	—	—	—	—	—	—	—
51	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (кр.) . . .	143,3	149,2	—	—	—	—	—	—	—
52	AlF <sub>3</sub> - $\alpha$ . . .	84,10	87,47	90,53	—	—	—	—	—	—
53	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.) . . .	96,68	101,2	104,6	107,2	109,5	111,4	115,0	118,5	—
54	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (кр.) . . .	315,8	331,5	343,7	353,4	361,8	369,1	—	—	—
55	AsCl <sub>3</sub> (г.) . . .	78,50	79,22	79,75	80,15	80,46	80,75	81,18	81,66	82,24
56	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.) . . .	116,1	—	—	—	—	—	—	—	—
57	BCl <sub>3</sub> (г.) . . .	68,47	70,21	71,62	72,82	73,90	74,88	—	—	—
58	BF <sub>3</sub> (г.) . . .	57,28	59,68	61,80	63,72	65,52	67,28	—	—	—
59	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.) . . .	75,26	81,20	86,95	—	—	—	—	—	—
60	BaCO <sub>3</sub> (кр.) . . .	98,41	102,2	105,6	108,7	111,8	114,6	—	—	—
61	BaCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	76,69	77,40	78,12	78,78	79,50	80,21	81,59	—	—
62	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (кр.) . . .	174,0	183,4	192,1	200,7	—	—	—	—	—
63	BaO (кр.) . . .	49,50	50,63	51,51	52,22	52,80	53,35	54,27	—	—
64	Ba(OH) <sub>2</sub> (кр.) . . .	107,3	111,8	—	—	—	—	—	—	—
65	BaSO <sub>4</sub> (кр.) . . .	117,8	121,8	124,6	126,7	128,4	129,6	131,6	—	—
66	BeO (кр.) . . .	33,18	35,52	37,40	39,04	40,50	41,84	—	—	—
67	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.) . . .	116,9	118,6	120,2	121,9	—	—	—	—	—
68	CO (г.) . . .	29,74	30,00	30,23	30,47	30,69	30,92	31,35	31,99	33,05
69	CO <sub>2</sub> (г.) . . .	42,05	43,47	44,60	45,56	46,44	47,15	48,53	50,38	53,14
70	COCl <sub>2</sub> (г.) . . .	65,98	67,57	68,87	70,04	71,04	72,01	—	—	—
71	COS (г.) . . .	46,02	47,40	48,41	49,33	50,17	50,88	52,22	53,93	—
72	CS <sub>2</sub> (г.) . . .	49,75	50,92	51,84	52,63	53,35	53,93	55,02	56,44	—
73	CaC <sub>2</sub> (кр.) . . .	67,57	69,16	70,42	—	—	—	—	—	—
74	CaCO <sub>3</sub> (кальцит) . . .	95,98	100,0	103,1	105,4	108,1	110,2	113,8	—	—
75	CaCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	75,31	76,23	77,07	77,82	78,58	79,29	—	—	—
76	CaF <sub>2</sub> (кр.) . . .	73,30	74,60	75,98	77,40	78,83	80,25	—	—	—
77	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (кр.) . . .	172,7	182,3	191,4	200,2	—	—	—	—	—
78	CaO (кр.) . . .	46,78	47,78	48,53	49,20	49,75	50,21	51,09	52,13	—
79	Ca(OH) <sub>2</sub> (кр.) . . .	97,24	99,96	—	—	—	—	—	—	—
80	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (кр.) . . .	262,5	264,8	274,9	284,5	293,7	302,8	320,6	—	—
81	CaS (кр.) . . .	49,04	49,83	50,63	51,42	52,22	53,01	—	—	—
82	CaSO <sub>4</sub> (ангибит) . . .	109,6	114,6	119,5	124,4	129,4	134,3	144,2	—	—
83	CdCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	77,28	79,29	81,30	83,30	—	—	—	—	—
84	CdO (кр.) . . .	43,85	44,27	44,73	45,19	45,61	46,02	46,90	—	—
85	CdS (кр.) . . .	55,48	55,69	55,86	56,07	56,23	56,40	56,78	—	—
86	CdSO <sub>4</sub> (кр.) . . .	108,2	112,1	115,9	119,8	123,7	127,6	135,3	—	—
87	Cl <sub>2</sub> O (г.) . . .	49,29	50,33	51,13	51,76	52,30	52,76	53,51	54,43	55,73
88	ClO <sub>2</sub> (г.) . . .	46,11	47,32	48,33	49,16	49,92	50,58	51,76	53,35	—
89	CoCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	84,64	87,70	90,75	93,81	96,86	99,87	—	—	—
90	CoSO <sub>4</sub> (кр.) . . .	142,5	144,5	146,6	—	—	—	—	—	—
91	CsCl (кр.) . . .	53,64	54,07	54,56	55,04	55,52	—	—	—	—
92	CsJ (кр.) . . .	53,01	53,56	54,14	54,68	—	—	—	—	—
93	CuCl (кр.) . . .	60,12	62,17	—	—	—	—	—	—	—
94	CuCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	84,55	87,06	89,57	—	—	—	—	—	—
95	CuO (кр.) . . .	46,82	47,82	48,83	49,83	50,84	51,84	53,85	—	—
96	CuS (кр.) . . .	48,74	49,33	49,87	50,42	50,96	51,55	52,63	—	—
97	CuSO <sub>4</sub> (кр.) . . .	107,2	110,8	114,4	118,0	121,6	—	—	—	—
98	Cu <sub>2</sub> O (кр.) . . .	71,88	72,97	74,30	75,48	76,65	77,82	80,25	—	—

## II. Неорганические

500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K	№ по пор.
Средняя теплоемкость, кал/моль·град									
<b>соединения</b>									
14,09	14,86								48
13,48	13,83	14,09	—	—	—	—	—	—	49
16,07	—	—	—	—	—	—	—	—	50
34,26	35,65	—	—	—	—	—	—	—	51
20,10	20,91	21,64	—	—	—	—	—	—	52
23,11	24,18	24,99	25,63	26,17	26,62	27,48	28,31	—	53
75,48	79,24	82,14	84,47	86,49	88,23	—	—	—	54
18,76	18,93	19,06	19,16	19,23	19,30	19,40	19,52	19,66	55
27,76	—	—	—	—	—	—	—	—	56
16,36	16,78	17,12	17,41	17,66	17,90	—	—	—	57
13,69	14,26	14,77	15,23	15,66	16,08	—	—	—	58
17,99	19,41	20,78	—	—	—	—	—	—	59
23,52	24,42	25,24	25,99	26,71	27,40	—	—	—	60
18,33	18,50	18,67	18,83	19,00	19,17	19,50	—	—	61
41,59	43,83	45,92	47,96	—	—	—	—	—	62
11,83	12,10	12,31	12,48	12,62	12,75	12,97	—	—	63
25,64	26,73	—	—	—	—	—	—	—	64
28,16	29,12	29,78	30,28	30,68	30,98	31,46	—	—	65
7,93	8,49	8,94	9,33	9,68	10,00	—	—	—	66
27,94	28,34	28,74	29,14	—	—	—	—	—	67
7,11	7,17	7,23	7,28	7,34	7,39	7,49	7,65	7,90	68
10,05	10,39	10,66	10,89	11,10	11,27	11,60	12,04	12,70	69
15,77	16,15	16,46	16,74	16,98	17,21	—	—	—	70
11,00	11,33	11,57	11,79	11,99	12,16	12,48	12,89	—	71
11,89	12,17	12,39	12,58	12,75	12,89	13,15	13,49	—	72
16,15	16,53	16,83	—	—	—	—	—	—	73
22,94	23,90	24,64	25,19	25,83	26,34	27,19	—	—	74
18,00	18,22	18,42	18,60	18,78	18,95	—	—	—	75
17,52	17,83	18,16	18,50	18,84	19,18	—	—	—	76
41,28	43,58	45,75	47,84	—	—	—	—	—	77
11,18	11,42	11,60	11,76	11,89	12,00	12,21	12,46	—	78
23,24	23,89	—	—	—	—	—	—	—	79
62,73	63,28	65,71	68,00	70,20	72,37	76,62	—	—	80
11,72	11,91	12,10	12,29	12,48	12,67	—	—	—	81
26,20	27,38	28,56	29,74	30,92	32,10	34,46	—	—	82
18,47	18,95	19,43	19,91	—	—	—	—	—	83
10,48	10,58	10,69	10,80	10,90	11,00	11,21	—	—	84
13,26	13,31	13,35	13,40	13,44	13,48	13,57	—	—	85
25,86	26,79	27,71	28,64	29,56	30,49	32,34	—	—	86
11,78	12,03	12,22	12,37	12,50	12,61	12,79	13,01	13,32	87
11,02	11,31	11,55	11,75	11,93	11,93	12,09	12,37	12,75	88
20,23	20,96	21,69	22,42	23,15	23,87	—	—	—	89
34,06	34,54	35,04	—	—	—	—	—	—	90
12,82	12,92	13,04	13,15	13,27	—	—	—	—	91
12,67	12,80	12,94	13,07	—	—	—	—	—	92
14,37	14,86	—	—	—	—	—	—	—	93
20,21	20,81	21,41	—	—	—	—	—	—	94
11,19	11,43	11,67	11,91	12,15	12,39	12,87	—	—	95
11,65	11,79	11,92	12,05	12,18	12,32	12,58	—	—	96
25,63	26,49	27,35	28,21	29,07	—	—	—	—	97
17,18	17,44	17,76	18,04	18,32	18,60	19,18	—	—	98

№ по пор.	Вещество	500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K	
		Средняя теплоемкость, дж/моль·град									
99	FeCO <sub>3</sub> (кр.) . . .	93,35	99,12	104,73	110,33	—	—	—	—	—	—
100	FeO (кр.) . . .	53,18	53,85	54,43	54,94	55,40	55,81	56,57	57,70	—	—
101	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.) . . .	118,03	123,01	127,65	132,01	136,19	140,29	—	—	—	—
102	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (кр.) . . .	170,37	179,37	186,65	193,01	—	—	—	—	—	—
103	FeS <sub>2</sub> (кр.) . . .	68,24	70,17	71,30	72,55	73,39	74,14	—	—	—	—
104	GeO <sub>2</sub> (кр.) . . .	58,57	60,38	61,88	63,35	64,85	66,33	69,33	—	—	—
105	HBr (г.) . . .	29,20	29,37	29,58	29,83	30,08	30,33	30,83	31,46	—	—
106	HCN (г.) . . .	39,87	41,09	42,17	43,10	43,93	44,73	46,19	48,20	51,38	—
107	HCl (г.) . . .	29,12	29,20	29,33	29,50	29,71	29,87	30,29	30,92	32,00	—
108	HF (г.) . . .	28,87	29,00	29,16	29,29	29,46	29,62	29,87	30,33	31,05	—
109	HJ (г.) . . .	29,33	29,50	29,71	29,96	30,21	30,46	—	—	—	—
110	H <sub>2</sub> O (г.) . . .	34,48	34,98	35,52	36,02	36,57	37,07	38,12	39,66	42,34	—
111	H <sub>2</sub> S (г.) . . .	35,52	36,32	37,07	37,82	38,62	39,41	40,92	43,22	—	—
112	HgCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	81,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—
113	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (кр.) . . .	105,50	107,13	108,76	110,39	—	—	—	—	—	—
114	HgS (красн.) . . .	51,71	52,47	53,14	53,97	—	—	—	—	—	—
115	KAl (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (кр.) . . .	228,07	238,74	247,53	255,10	261,92	268,19	—	—	—	—
116	KBr (кр.) . . .	53,93	—	—	—	—	—	—	—	—	—
117	KCl (кр.) . . .	52,23	52,69	53,77	54,69	55,66	56,62	—	—	—	—
118	KJ (кр.) . . .	53,89	54,31	54,73	55,15	55,65	—	—	—	—	—
119	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (кр.) . . .	247,70	253,55	—	—	—	—	—	—	—	—
120	LiCl (кр.) . . .	51,71	51,88	53,14	53,85	—	—	—	—	—	—
121	LiNO <sub>3</sub> (кр.) . . .	98,62	—	—	—	—	—	—	—	—	—
122	LiOH (кр.) . . .	57,66	60,42	62,89	—	—	—	—	—	—	—
123	MgCO <sub>3</sub> (кр.) . . .	89,41	94,22	98,49	—	—	—	—	—	—	—
124	MgCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	75,81	76,99	77,91	78,83	79,50	—	—	—	—	—
125	MgO (кр.) . . .	41,34	42,43	43,26	43,60	44,64	45,27	—	—	—	—
126	Mg (OH) <sub>2</sub> (кр.) . . .	80,17	84,31	—	—	—	—	—	—	—	—
127	MnCO <sub>3</sub> (кр.) . . .	94,47	98,62	102,13	—	—	—	—	—	—	—
128	MnCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	76,99	78,24	79,37	80,37	81,31	—	—	—	—	—
129	MnO (кр.) . . .	47,28	48,07	48,79	49,41	50,00	50,54	51,55	52,97	55,19	—
130	MnO <sub>2</sub> (кр.) . . .	62,63	64,98	66,78	—	—	—	—	—	—	—
131	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.) . . .	108,49	111,75	114,56	117,11	119,58	121,75	—	—	—	—
132	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (кр.) . . .	156,86	160,16	163,13	165,94	168,62	171,25	176,31	—	—	—
133	MnS (кр.) . . .	50,71	51,04	51,46	51,84	52,01	52,59	53,26	54,43	—	—
134	NH <sub>3</sub> (г.) . . .	38,91	40,17	41,71	43,22	44,43	45,35	48,37	52,55	—	—
135	NO (г.) . . .	30,54	30,79	31,04	31,30	31,51	31,71	32,13	32,76	33,72	—
136	NO <sub>2</sub> (г.) . . .	41,92	43,05	43,93	44,89	45,60	46,32	47,53	49,20	51,76	—
137	N <sub>2</sub> O (г.) . . .	43,41	44,78	45,9	46,84	47,67	48,41	49,76	51,53	54,16	—
138	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г.) . . .	89,75	93,40	96,58	99,45	102,14	104,66	—	—	—	—
139	NOCl (г.) . . .	43,3	44,46	45,40	46,20	46,91	47,55	48,71	50,26	52,57	—
140	NaAlO <sub>2</sub> (кр.) . . .	83,11	85,98	88,28	90,22	91,93	93,48	96,24	99,89	—	—
141	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> (кр.) . . .	233,70	241,18	248,28	255,15	—	—	—	—	—	—
142	NaBr (кр.) . . .	53,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
143	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> - $\alpha$	124,74	131,5	138,28	—	—	—	—	—	—	—
144	NaCl (кр.) . . .	52,45	53,27	54,08	54,90	55,71	56,53	—	—	—	—
145	NaF (кр.) . . .	49,06	50,03	50,95	51,84	52,72	53,58	55,28	—	—	—
146	NaJ (кр.) . . .	55,0	55,34	55,68	56,02	56,30	—	—	—	—	—
147	NaNO <sub>3</sub> (кр.) . . .	115,85	—	—	—	—	—	—	—	—	—
148	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (кр.) . . .	95,91	99,17	102,43	105,70	—	—	—	—	—	—
149	NaOH (кр.) . . .	66,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	Na <sub>2</sub> S (кр.) . . .	110,26	113,69	117,12	120,55	123,98	127,41	—	—	—	—

500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K	№ по пор.
Средняя теплоемкость, кал/моль·град									
22,31	23,69	25,03	26,37	—	—	—	—	—	99
12,71	12,87	13,01	13,13	13,24	13,34	13,52	13,79	—	100
28,21	29,40	30,51	31,55	32,55	33,53	—	—	—	101
40,72	42,87	44,61	46,13	—	—	—	—	—	102
16,31	16,77	17,04	17,34	17,54	17,72	—	—	—	103
14,07	14,43	14,79	15,14	15,50	15,86	16,57	—	—	104
6,98	7,02	7,07	7,13	7,19	7,25	7,37	7,52	—	105
9,53	9,82	10,08	10,30	10,50	10,69	11,04	11,52	12,28	106
6,96	6,98	7,01	7,05	7,10	7,14	7,24	7,39	7,65	107
6,90	6,93	6,97	7,00	7,04	7,08	7,14	7,25	7,42	108
7,01	7,05	7,10	7,16	7,22	7,28	—	—	—	109
8,24	8,36	8,49	8,61	8,74	8,86	9,11	9,48	10,12	110
8,49	8,68	8,86	9,04	9,23	9,42	9,78	10,33	—	111
19,40	—	—	—	—	—	—	—	—	112
25,22	25,61	26,00	26,39	—	—	—	—	—	113
12,36	12,42	12,70	12,90	—	—	—	—	—	114
54,51	57,06	59,16	60,97	62,60	64,10	—	—	—	115
12,89	—	—	—	—	—	—	—	—	116
12,48	12,59	12,85	13,07	13,30	13,53	—	—	—	117
12,88	12,98	13,08	13,18	13,30	—	—	—	—	118
59,20	60,60	—	—	—	—	—	—	—	119
12,36	12,40	12,70	12,87	—	—	—	—	—	120
23,57	—	—	—	—	—	—	—	—	121
13,78	14,44	15,03	—	—	—	—	—	—	122
21,37	22,52	23,54	—	—	—	—	—	—	123
18,12	18,40	18,62	18,84	19,00	—	—	—	—	124
9,88	10,14	10,34	10,42	10,67	10,82	—	—	—	125
19,16	20,15	—	—	—	—	—	—	—	126
22,58	23,57	24,41	—	—	—	—	—	—	127
18,40	18,70	18,97	19,21	19,43	—	—	—	—	128
11,30	11,49	11,66	11,81	11,95	12,08	12,32	12,66	13,19	129
14,97	15,53	15,96	—	—	—	—	—	—	130
25,93	26,71	27,38	27,99	28,58	29,10	—	—	—	131
37,49	38,28	38,99	39,66	40,30	40,93	42,14	—	—	132
12,12	12,20	12,30	12,39	12,48	12,57	12,73	13,01	—	133
9,30	9,60	9,97	10,33	10,62	10,84	11,56	12,56	—	134
7,30	7,36	7,42	7,48	7,53	7,58	7,68	7,83	8,06	135
10,02	10,29	10,50	10,73	10,90	11,07	11,36	11,76	12,37	136
10,38	10,71	10,97	11,20	11,39	11,57	11,89	12,32	12,94	137
21,45	22,32	23,09	23,77	24,41	25,01	—	—	—	138
10,35	10,63	10,85	11,04	11,21	11,35	11,64	12,01	12,56	139
19,86	20,55	21,10	21,56	21,96	22,34	23,00	23,87	—	140
55,85	57,64	59,32	60,95	—	—	—	—	—	141
12,7	—	—	—	—	—	—	—	—	142
29,81	31,43	33,05	—	—	—	—	—	—	143
12,54	12,73	12,93	13,12	13,32	13,51	—	—	—	144
11,73	11,96	12,18	12,39	12,60	12,80	13,21	—	—	145
13,15	13,23	13,31	13,4	13,47	—	—	—	—	146
27,69	—	—	—	—	—	—	—	—	147
22,92	23,70	24,48	25,26	—	—	—	—	—	148
15,82	—	—	—	—	—	—	—	—	149
26,35	27,17	28,0	28,81	29,63	30,45	—	—	—	150

№ по пор.	Вещество	500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K	
		Средняя теплоемкость, дж/моль·град									
151	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (кр.) . . .	153,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
152	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (кр.) . . .	128,18	133,21	137,38	141,0	144,25	147,27	152,80	—	—	—
153	Na <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (кр.) . . .	183,82	192,41	199,51	205,67	211,69	216,47	—	—	—	—
154	NiO- $\alpha$ . . .	52,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—
155	NiS (кр.) . . .	60,07	62,75	—	—	—	—	—	—	—	—
156	NiSO <sub>4</sub> (кр.) . . .	142,49	144,56	146,65	148,73	150,81	152,89	157,04	—	—	—
157	PCl <sub>3</sub> (г.) . . .	76,0	77,04	77,84	78,47	79,00	79,45	—	—	—	—
158	PCl <sub>5</sub> (г.) . . .	119,66	121,64	123,1	124,27	125,13	125,88	127,09	128,45	—	—
159	P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (кр.) . . .	250,38	272,98	—	—	—	—	—	—	—	—
160	PbBr <sub>3</sub> (кр.) . . .	81,45	81,91	—	—	—	—	—	—	—	—
161	PbCO <sub>3</sub> (кр.) . . .	99,60	105,58	111,57	117,56	—	—	—	—	—	—
162	PbCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	80,14	81,81	83,48	—	—	—	—	—	—	—
163	PbJ <sub>2</sub> (кр.) . . .	83,16	84,14	—	—	—	—	—	—	—	—
164	PbO (кр.) . . .	48,56	49,86	51,24	52,57	53,91	55,25	—	—	—	—
165	PbO <sub>2</sub> (кр.) . . .	66,16	67,79	69,43	71,06	72,68	74,31	—	—	—	—
166	PbS (кр.) . . .	35,95	36,19	36,34	36,46	36,56	—	—	—	—	—
167	PbSO <sub>4</sub> (кр.) . . .	109,41	113,92	119,02	124,44	130,1	135,93	—	—	—	—
168	SO <sub>2</sub> (г.) . . .	43,78	45,03	46,11	47,07	47,96	48,8	50,37	52,57	—	—
169	SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (г.) . . .	85,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—
170	SO <sub>3</sub> (г.) . . .	59,28	62,08	64,48	66,55	68,54	70,37	73,78	—	—	—
171	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.) . . .	108,46	112,10	115,62	119,2	122,76	—	—	—	—	—
172	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (кр.) . . .	123,33	126,08	128,84	131,61	—	—	—	—	—	—
173	SiF <sub>4</sub> (г.) . . .	83,56	86,41	88,65	90,49	92,07	93,46	—	—	—	—
174	SiO <sub>2</sub> - $\alpha$ (кварц)	53,05	56,02	58,64	61,03	—	—	—	—	—	—
175	SnCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	83,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
176	SnO (кр.) . . .	45,80	46,56	47,26	48,00	48,73	49,46	50,92	—	—	—
177	SnO <sub>2</sub> (кр.) . . .	63,40	66,33	68,55	70,35	71,85	73,17	75,37	78,09	—	—
178	SnS- $\alpha$ . . .	50,70	51,86	53,12	54,46	—	—	—	—	—	—
179	SrSO <sub>4</sub> (кр.) . . .	113,42	116,06	119,00	121,78	124,60	127,35	132,91	141,27	—	—
180	TeO <sub>2</sub> (кр.) . . .	69,43	70,86	72,29	73,74	75,17	76,62	—	—	—	—
181	ThO <sub>2</sub> (кр.) . . .	66,59	67,94	69,07	70,07	71,00	71,85	73,42	75,60	—	—
182	TiCl <sub>4</sub> (г.) . . .	100,28	101,43	102,27	102,77	103,44	103,84	104,49	105,19	105,99	—
183	TiO <sub>2</sub> (рутит) . . .	63,52	65,36	66,74	67,92	68,71	69,46	70,68	72,10	—	—
184	TiCl (кр.) . . .	53,55	53,97	54,39	—	—	—	—	—	—	—
185	TiCl (г.) . . .	36,70	36,81	36,90	36,96	37,00	37,05	37,10	37,17	37,23	—
186	UF <sub>6</sub> (г.) . . .	139,37	141,96	143,92	145,51	146,84	147,98	—	—	—	—
187	UO <sub>2</sub> (кр.) . . .	71,91	74,11	75,77	77,10	78,22	79,17	80,78	82,71	—	—
188	ZnCO <sub>3</sub> (кр.) . . .	94,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
189	ZnO (кр.) . . .	44,90	46,18	47,16	47,97	48,65	49,24	50,26	51,54	—	—
190	ZnS (кр.) . . .	49,13	50,0	50,75	51,35	51,87	52,34	53,18	—	—	—
191	ZnSO <sub>4</sub> (кр.) . . .	106,14	110,48	114,84	119,20	123,54	127,91	—	—	—	—
192	ZrCl <sub>2</sub> (кр.) . . .	125,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
193	ZrO <sub>2</sub> (кр.) . . .	63,18	65,14	66,64	67,86	68,89	69,79	71,33	—	—	—

### III. Органические Углеводороды

194	CH <sub>4</sub> (г.) метан . . .	41,27	44,10	46,87	49,56	52,16	54,66	59,31	65,27	—
195	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г.) ацетилен . . .	49,29	51,42	53,30	54,98	56,44	57,82	60,12	63,10	—
196	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г.) этилен . . .	53,85	58,36	62,48	66,28	69,77	72,98	78,63	85,54	—
197	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г.) этан . . .	65,79	71,78	77,36	82,57	87,46	92,00	100,0	110,2	—
198	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> (г.) пропадиен . . .	71,46	76,91	81,86	86,37	90,39	93,94	—	—	—
199	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> (г.) пропилен . . .	79,86	86,92	93,41	99,41	104,9	110,0	119,0	130,0	—
200	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (г.) пропан . . .	94,04	103,0	111,2	118,8	125,8	132,2	143,6	157,2	—

500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K	№ по пор.
Средняя теплоемкость, кал/моль·град									
36,61	—	—	—	—	—	—	—	—	151
30,63	31,84	32,83	33,69	34,47	35,19	36,52	—	—	152
43,95	45,98	47,68	49,16	50,50	51,74	—	—	—	153
12,61	—	—	—	—	—	—	—	—	154
14,36	15,0	—	—	—	—	—	—	—	155
34,06	34,55	35,05	35,55	36,05	36,55	37,53	—	—	156
18,16	18,41	18,60	18,76	18,88	19,0	—	—	—	157
28,60	29,07	29,42	29,70	29,91	30,09	30,37	30,7	—	158
59,84	65,24	—	—	—	—	—	—	—	159
19,47	19,58	—	—	—	—	—	—	—	160
23,80	25,23	26,67	28,09	—	—	—	—	—	161
19,15	19,55	19,95	—	—	—	—	—	—	162
19,87	20,11	—	—	—	—	—	—	—	163
11,60	11,92	12,24	12,56	12,88	13,20	—	—	—	164
15,81	16,20	16,59	16,98	17,37	17,76	—	—	—	165
8,59	8,65	8,69	8,72	8,74	—	—	—	—	166
26,15	27,23	28,44	29,74	31,09	32,49	—	—	—	167
10,46	10,76	11,02	11,25	11,46	11,66	12,04	12,56	—	168
20,42	—	—	—	—	—	—	—	—	169
14,17	14,84	15,41	15,91	16,38	16,82	17,66	—	—	170
25,92	26,78	28,49	29,34	—	—	—	—	—	171
29,48	30,14	30,80	31,46	—	—	—	—	—	172
19,97	20,66	21,19	21,63	22,01	22,34	—	—	—	173
12,68	13,39	14,02	14,59	—	—	—	—	—	174
19,89	—	—	—	—	—	—	—	—	175
10,95	11,12	11,30	11,47	11,65	11,82	12,17	—	—	176
15,15	15,88	16,40	16,83	17,19	17,50	18,03	18,67	—	177
12,11	12,39	12,69	13,02	—	—	—	—	—	178
27,11	27,77	28,44	29,10	29,77	30,43	31,76	33,76	—	179
16,59	16,93	17,28	17,62	17,96	18,31	—	—	—	180
15,92	16,24	16,51	16,75	16,97	17,13	17,55	18,07	—	181
23,97	24,24	24,44	24,59	24,71	24,82	24,97	25,14	25,33	182
15,20	15,64	15,96	16,22	16,43	16,60	16,90	17,24	—	183
12,80	12,90	13,0	—	—	—	—	—	—	184
8,77	8,80	8,82	8,84	8,85	8,86	8,87	8,88	8,90	185
33,31	33,93	34,40	34,78	35,11	35,37	—	—	—	186
17,18	17,81	18,11	18,42	18,69	18,91	19,30	19,77	—	187
22,47	—	—	—	—	—	—	—	—	188
10,74	11,04	11,28	11,47	11,63	11,77	12,02	12,32	—	189
11,70	11,88	12,05	12,20	12,34	12,42	12,63	—	—	190
25,37	26,41	27,45	28,49	29,53	30,57	—	—	—	191
29,97	—	—	—	—	—	—	—	—	192
15,11	15,57	15,97	16,22	16,47	16,68	17,05	—	—	193

## соединения

## д о р о ды

9,86	10,54	11,20	11,85	12,47	13,06	14,17	15,60	—	194
11,78	12,29	12,74	13,14	13,49	13,82	14,37	15,08	—	195
12,87	13,95	14,93	15,84	16,68	17,44	18,79	20,44	—	196
15,72	17,16	18,49	19,74	20,90	22,00	23,91	26,34	—	197
17,08	18,38	19,56	20,64	21,60	22,45	—	—	—	198
19,09	20,77	22,32	23,76	25,08	26,30	28,45	31,06	—	199
22,48	24,62	26,59	28,40	30,07	31,59	34,33	37,57	—	200

№ по пор.	Вещество	500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K
		Средняя теплоемкость, дж/моль·град								
201	$C_4H_6$ (г.) 1,3-бутадиен . . .	100,2	107,7	116,2	122,9	129,0	134,3	143,5	154,5	—
202	$C_4H_8$ (г.) 1-бутилен . . .	111,9	121,6	130,5	138,6	146,0	152,7	164,5	178,8	—
203	$C_4H_8$ (г.) цис-2-бутилен . . .	101,7	111,9	121,3	130,0	137,9	145,1	—	—	—
204	$C_4H_8$ (г.) транс-2-бутилен . . .	108,9	118,2	126,9	134,9	142,3	149,1	161,1	175,9	—
205	$C_4H_8$ (г.) 2-метилпропилен . . .	110,7	120,2	128,8	136,8	144,2	150,9	162,8	177,2	—
206	$n-C_4H_{10}$ (г.) $n$ -бутан . . .	124,6	136,0	146,3	155,9	164,7	172,8	187,0	204,2	—
207	$izo-C_4H_{10}$ (г.) изобутан . . .	123,9	135,6	146,3	156,1	165,0	173,2	187,5	204,7	—
208	$C_5H_{10}$ (г.) цикlopентан . . .	117,9	133,1	146,8	159,4	170,8	181,1	199,1	220,6	—
209	$n-C_5H_{12}$ (г.) $n$ -пентан . . .	154,4	168,2	180,9	192,6	203,2	213,0	230,2	251,1	—
210	$C_6H_{12}$ (г.) 2-метилбутан . . .	154,1	168,5	181,5	193,5	204,3	214,2	231,4	252,3	—
211	$C_5H_{12}$ (г.) 2,2-диметилпропан . .	156,3	171,2	184,5	196,7	207,7	217,6	234,9	255,5	—
212	$C_6H_6$ (г.) бензол . . .	110,7	122,7	133,5	143,2	151,8	159,5	172,5	187,8	—
213	$C_6H_{12}$ (г.) циклогексан . . .	149,9	169,1	186,7	202,9	217,5	230,6	—	—	—
214	$n-C_6H_{14}$ (г.) $n$ -гексан . . .	184,3	200,6	215,5	229,3	241,8	253,3	273,5	298,0	—
215	$C_6H_5CH_3$ (г.) толуол . . .	138,2	152,8	165,8	177,5	188,1	197,6	213,8	233,0	—
216	$n-C_7H_{16}$ (г.) $n$ -гептан . . .	214,2	233,0	250,2	266,0	280,4	293,7	316,9	345,0	—
217	$o-C_6H_4(CH_3)_2$ (г.) $o$ -ксилол . .	171,0	187,2	201,8	215,2	227,3	238,2	257,2	279,8	—
218	$m-C_6H_4(CH_3)_2$ (г.) $m$ -ксилол . .	166,8	183,6	198,7	212,5	225,0	236,2	255,7	278,8	—
219	$n-C_6H_4(CH_3)_2$ (г.) $n$ -ксилол . .	165,6	182,3	197,4	211,2	223,6	234,9	254,4	277,5	—
220	$n-C_8H_{18}$ (г.) $n$ -октан . . .	243,8	265,1	284,4	302,2	318,4	333,1	358,8	389,3	—

### Кислородсодержащие

221	$CH_2O$ (г.) муравьиный альдегид	39,58	41,77	43,86	45,84	47,72	49,50	52,74	56,81	—
222	$CH_2O_2$ (г.) муравьиная кислота	56,70	60,13	63,23	66,02	68,50	70,66	—	—	—
223	$CH_4O$ (г.) метиловый спирт . .	52,21	56,03	59,64	63,04	66,23	69,22	—	—	—
224	$C_2H_4O$ (г.) уксусный альдегид . .	65,52	70,69	75,50	79,96	84,06	87,79	—	—	—
225	$C_2H_4O$ (г.) окись этилена . . .	62,38	68,54	74,12	79,10	83,64	87,70	—	—	—

500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K	№ по пор.
Средняя теплоемкость, кал/моль·град									
23,96	25,74	27,77	29,38	30,82	32,10	34,30	36,92	—	201
26,75	29,07	31,18	33,12	34,88	36,49	39,31	42,73	—	202
24,32	26,75	28,99	31,07	32,97	34,69	—	—	—	203
26,02	28,26	30,32	32,24	34,00	35,63	38,51	42,03	—	204
26,46	28,72	30,79	32,70	34,46	36,06	38,90	42,36	—	205
29,79	32,50	34,98	37,26	39,36	41,29	44,68	48,82	—	206
29,61	32,41	34,96	37,31	39,45	41,40	44,81	48,93	—	207
28,19	31,81	35,09	38,09	40,81	43,29	47,58	52,71	—	208
36,89	40,20	43,23	46,02	48,57	50,91	55,02	60,02	—	209
36,83	40,27	43,39	46,24	48,83	51,19	55,31	60,29	—	210
37,36	40,90	44,10	47,00	49,63	52,01	56,14	61,07	—	211
26,47	29,34	31,90	34,21	36,27	38,11	41,24	44,87	—	212
35,82	40,40	44,62	48,49	51,98	55,11	—	—	—	213
44,04	47,95	51,51	54,80	57,80	60,55	65,38	71,23	—	214
33,03	36,51	39,62	42,43	44,96	47,23	51,11	55,68	—	215
51,18	55,68	59,79	63,57	67,02	70,18	75,73	82,44	—	216
40,86	44,74	48,23	51,43	54,32	56,94	61,48	66,88	—	217
39,87	43,88	47,50	50,79	53,77	56,46	61,11	66,64	—	218
39,59	43,58	47,18	50,47	53,44	56,14	60,79	66,32	—	219
58,28	63,36	67,98	72,22	76,09	79,61	85,75	93,04	—	220

## ж ащие соединения

9,46	9,98	10,48	10,96	11,40	11,83	12,60	13,58	—	221
13,55	14,37	15,11	15,78	16,37	16,89	—	—	—	222
12,48	13,39	14,25	15,07	15,83	16,54	—	—	—	223
15,66	16,89	18,04	19,11	20,09	20,98	—	—	—	224
14,91	16,38	17,71	18,90	19,99	20,96	—	—	—	225

№ по пор.	Вещество	500° K	600° K	700° K	800° K	900° K	1000° K	1200° K	1500° K	2000° K
		Средняя теплоемкость, дж/моль·град								
226	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> (г.) уксусная кислота . . .	80,51	86,82	92,54	97,63	102,2	106,4	113,5	122,1	—
227	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O (г.) этиловый спирт . . .	87,76	94,06	99,88	105,2	110,1	114,6	122,6	132,5	—
228	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O (г.) ацетон . . .	92,66	99,80	106,5	112,8	118,6	124,1	133,7	144,9	—
<b>Галогенсодержащие</b>										
229	CH <sub>3</sub> F (г.) фтористый метил . . .	43,84	47,35	50,66	53,79	56,71	59,45	64,33	70,20	—
230	CH <sub>3</sub> Cl (г.) хлористый метил . . .	48,47	51,29	54,42	57,35	60,11	62,77	67,23	72,65	—
231	CH <sub>3</sub> Br (г.) бромистый метил . . .	49,75	52,96	55,98	58,81	61,47	63,94	68,34	73,57	—
232	CH <sub>3</sub> I (г.) иодистый метил . . .	51,40	54,53	57,44	60,20	62,62	64,89	—	—	—
233	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (г.) дифторметан . . .	50,07	54,84	58,29	61,45	64,30	66,83	—	—	—
234	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (г.) ди-хлорметан . . .	59,39	62,85	64,86	68,63	71,02	73,14	—	—	—
235	CHF <sub>3</sub> (г.) трифторметан . . .	60,76	64,56	67,98	71,04	73,71	76,02	—	—	—
236	CHCl <sub>3</sub> (г.) трихлорметан (хлороформ) . . .	75,21	78,11	80,40	82,31	83,98	85,48	—	—	—
237	CF <sub>4</sub> (г.) тетрафторметан . . .	74,36	78,11	81,00	83,35	85,38	87,15	—	—	—
238	CCl <sub>4</sub> (г.) тетрахлорметан (четыреххлористый углерод) . . .	91,38	93,55	95,24	96,60	97,79	98,83	—	—	—
239	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F (г.) фтористый этил . . .	73,24	79,60	—	—	—	—	—	—	—
240	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl (г.) хлористый этил . . .	76,48	82,66	88,25	—	—	—	—	—	—
241	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> F (г.) фторбензол . . .	123,5	135,9	146,8	156,3	164,7	172,0	184,1	198,1	—
242	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl (г.) хлорбензол . . .	125,8	137,6	147,9	156,8	164,7	171,7	—	—	—
243	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> F <sub>3</sub> (г.) фенилтрифторметан . .	167,4	182,9	196,5	208,3	218,6	227,6	242,3	259,2	—
<b>Азотсодержащие</b>										
244	CH <sub>2</sub> N <sub>2</sub> (г.) диазометан . . .	57,76	60,80	63,44	65,78	67,68	70,04	—	—	—
245	CH <sub>5</sub> N (г.) метиламин . . .	62,20	66,94	71,42	75,64	79,65	83,35	90,01	98,08	—
246	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> (г.) метилгидразин . . .	87,55	93,87	99,82	105,4	110,6	115,4	123,9	133,8	—
247	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N (г.) диметиламин . . .	87,27	94,49	102,9	109,6	115,9	121,6	131,6	143,7	—
248	C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> N (г.) триметиламин . . .	117,2	128,3	138,5	147,6	155,8	163,3	176,2	191,9	—
249	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N (г.) пиридин . . .	105,2	116,8	127,0	136,0	143,9	151,0	162,8	176,6	—

500° К	600° К	700° К	800° К	900° К	1000° К	1200° К	1500° К	2000° К	№ по пор.
Средняя теплоемкость, кал/моль·град									
19,24	20,75	22,12	23,33	24,44	25,43	27,13	29,18	—	226
20,97	22,48	23,87	25,14	26,31	27,39	29,30	31,67	—	227
22,15	23,85	25,45	26,96	28,35	29,66	31,95	34,63	—	228
с о е д и н е н и я									
10,48	11,32	12,11	12,86	13,55	14,21	15,37	16,78	—	229
11,58	12,26	13,01	13,71	14,37	15,00	16,07	17,36	—	230
11,89	12,66	13,38	14,06	14,69	15,28	16,33	17,58	—	231
12,28	13,03	13,73	14,39	14,97	15,51	—	—	—	232
11,97	13,11	13,93	14,69	15,37	15,97	—	—	—	233
14,19	15,02	15,50	16,40	16,97	17,48	—	—	—	234
14,52	15,43	16,25	16,98	17,62	18,17	—	—	—	235
17,98	18,67	19,22	19,67	20,07	20,43	—	—	—	236
17,77	18,67	19,36	19,92	20,41	20,83	—	—	—	237
21,84	22,36	22,76	23,09	23,37	23,62	—	—	—	238
17,50	19,02	—	—	—	—	—	—	—	239
18,28	19,76	21,09	—	—	—	—	—	—	240
29,52	32,48	35,09	37,36	39,36	41,11	44,00	47,35	—	241
30,07	32,89	35,35	37,48	39,36	41,04	—	—	—	242
40,01	43,71	46,96	49,78	52,25	54,40	57,91	61,95	—	243
с о е д и н е н и я									
13,80	14,53	15,16	15,72	16,18	16,74	—	—	—	244
14,87	16,00	17,07	18,08	19,04	19,92	21,51	23,44	—	245
20,92	22,43	23,86	25,19	26,43	27,58	29,61	31,98	—	246
20,86	22,58	24,59	26,19	27,70	29,06	31,45	34,34	—	247
28,01	30,66	33,10	35,28	37,24	39,03	42,11	45,86	—	248
25,14	27,92	30,35	32,50	34,39	36,09	38,91	42,21	—	249

8. Значения функций  $\frac{G^\circ - H_0^\circ}{T}$  и  $H_T^\circ - H_0^\circ$  для

$$\Delta H_0^\circ = \Delta H_T^\circ - \Delta(H_T^\circ - H_0^\circ);$$

Температура

№ по пор.	Вещество	$\frac{G^\circ - H_0^\circ}{T}$ , дж/моль·град						$H_T^\circ - H_0^\circ$ кдж/моль (при 298° К)	$\Delta H_{f,0}^\circ$ кдж/моль
		298,15° К	500° К	800° К	1000° К	1500° К	2000° К		
1	Br . . . . .	154,126	164,875	174,649	179,301	187,832	193,979	6,196	95,052
2	Br <sub>2</sub> . . . . .	212,760	230,066	246,450	254,400	269,085	279,667	9,723	0
3	C (графит) . . .	2,113	4,606	8,707	11,343	17,230	22,200	0,979	0
4	Cl . . . . .	144,051	155,063	165,318	170,242	179,192	185,510	6,272	119,453
5	Cl <sub>2</sub> . . . . .	192,200	208,568	224,254	231,944	246,266	256,663	9,180	0
6	F . . . . .	136,783	148,164	158,527	163,414	172,222	178,414	6,519	77,404
7	F <sub>2</sub> . . . . .	173,084	188,707	203,660	211,049	224,949	235,174	8,832	0
8	H . . . . .	93,822	104,571	114,340	118,976	127,407	133,385	6,196	216,028
9	H <sub>2</sub> . . . . .	102,182	116,922	130,482	136,963	148,904	157,603	8,447	0
10	J . . . . .	159,895	170,640	180,410	185,050	193,481	199,476	6,196	74,383
11	J <sub>2</sub> . . . . .	226,677	244,576	261,374	269,469	284,399	295,114	10,117	0
12	N <sub>2</sub> . . . . .	162,423	177,473	191,276	197,932	210,392	219,567	8,669	0
13	O . . . . .	138,394	149,923	160,264	165,100	173,799	179,925	6,729	246,802
14	O <sub>2</sub> . . . . .	175,929	191,058	205,171	212,09	225,111	234,722	8,682	0
15	S <sub>2</sub> . . . . .	201,832	216,204	230,597	237,814	251,479	261,588	7,816	0

I. Простые

16	CO . . . . .	168,469	183,527	197,368	204,079	216,643	225,907	8,673	-113,880
17	CO <sub>2</sub> . . . . .	182,263	199,439	217,158	226,409	244,689	258,759	9,368	-393,229
18	COCl <sub>2</sub> . . . . .	240,433	264,830	290,817	304,399	330,912	350,966	12,866	-215,932
19	CS <sub>2</sub> . . . . .	202,016	221,890	242,492	253,111	273,667	289,098	10,665	-16,192
20	HBr . . . . .	169,586	184,606	198,359	204,995	217,371	226,501	8,648	-51,584
21	HCl . . . . .	157,812	172,816	186,523	193,108	205,347	214,346	8,640	-92,140
22	HF . . . . .	144,837	159,783	173,418	179,929	191,900	200,619	8,599	-268,571
23	HJ . . . . .	177,448	192,481	206,300	212,999	225,547	234,819	8,657	-4,146
24	H <sub>2</sub> O . . . . .	155,507	172,770	188,845	196,744	211,853	223,392	9,908	-238,906
25	H <sub>2</sub> S . . . . .	172,310	189,778	206,351	214,656	230,819	243,287	9,958	-82,061
26	NH <sub>3</sub> . . . . .	158,975	176,816	194,455	203,648	222,166	237,028	10,042	-39,221
27	NO . . . . .	179,816	195,631	210,020	216,970	229,932	239,434	9,180	89,872
28	NO <sub>2</sub> . . . . .	205,878	224,191	242,433	251,827	270,211	284,253	10,226	36,263
29	SO <sub>2</sub> . . . . .	212,710	231,760	250,868	260,672	279,663	293,972	10,548	-358,937
30	SO <sub>3</sub> . . . . .	217,777	240,057	264,065	276,838	302,168	321,595	11,824	-453,947

II. Неорганические

16	CO . . . . .	168,469	183,527	197,368	204,079	216,643	225,907	8,673	-113,880
17	CO <sub>2</sub> . . . . .	182,263	199,439	217,158	226,409	244,689	258,759	9,368	-393,229
18	COCl <sub>2</sub> . . . . .	240,433	264,830	290,817	304,399	330,912	350,966	12,866	-215,932
19	CS <sub>2</sub> . . . . .	202,016	221,890	242,492	253,111	273,667	289,098	10,665	-16,192
20	HBr . . . . .	169,586	184,606	198,359	204,995	217,371	226,501	8,648	-51,584
21	HCl . . . . .	157,812	172,816	186,523	193,108	205,347	214,346	8,640	-92,140
22	HF . . . . .	144,837	159,783	173,418	179,929	191,900	200,619	8,599	-268,571
23	HJ . . . . .	177,448	192,481	206,300	212,999	225,547	234,819	8,657	-4,146
24	H <sub>2</sub> O . . . . .	155,507	172,770	188,845	196,744	211,853	223,392	9,908	-238,906
25	H <sub>2</sub> S . . . . .	172,310	189,778	206,351	214,656	230,819	243,287	9,958	-82,061
26	NH <sub>3</sub> . . . . .	158,975	176,816	194,455	203,648	222,166	237,028	10,042	-39,221
27	NO . . . . .	179,816	195,631	210,020	216,970	229,932	239,434	9,180	89,872
28	NO <sub>2</sub> . . . . .	205,878	224,191	242,433	251,827	270,211	284,253	10,226	36,263
29	SO <sub>2</sub> . . . . .	212,710	231,760	250,868	260,672	279,663	293,972	10,548	-358,937
30	SO <sub>3</sub> . . . . .	217,777	240,057	264,065	276,838	302,168	321,595	11,824	-453,947

# вычисления констант равновесия газовых реакций

$$\lg K_f = - \frac{1}{4,57} \left[ \frac{\Delta(G^\circ - H_0^\circ)}{T} + \frac{\Delta H_0^\circ}{T} \right]$$

298,15—2000°К

$\frac{G^\circ - H_0^\circ}{T}$ , кал/моль·град						$H_T^\circ - H_0^\circ$ ккал/моль (при 298° К)	$\Delta H_{f,0}^\circ$ ккал/моль	№ по пор-
298,15° К	500° К	800° К	1000° К	1500° К	2000° К			

## вещества

36,837	39,406	41,742	42,854	44,893	46,362	1,481	22,718	1
50,851	54,987	58,903	60,803	64,313	66,842	2,325	0	2
0,505	1,101	2,081	2,711	4,118	5,305	0,234	0	3
34,428	37,061	39,512	40,689	42,828	44,338	1,499	28,550	4
45,937	49,849	53,598	55,436	58,859	61,344	2,194	0	5
32,692	35,412	37,889	39,057	41,162	42,642	1,558	18,500	6
41,368	45,102	48,676	50,442	53,764	56,208	2,111	0	7
22,424	24,993	27,328	28,436	30,451	31,880	1,481	51,632	8
24,422	27,945	31,186	32,735	35,589	37,668	2,019	0	9
38,216	40,784	43,119	44,228	46,243	47,676	1,481	17,778	10
54,177	58,455	62,470	64,407	67,973	70,534	2,418	0	11
38,820	42,417	45,714	47,307	50,285	52,478	2,072	0	12
33,077	35,834	38,304	39,460	41,539	43,00	1,608	58,987	13
42,048	45,664	49,037	50,691	53,803	56,100	2,075	0	14
48,239	51,674	55,114	56,839	60,105	62,521	1,868	0	15

## соединения

40,265	43,864	47,172	48,776	51,779	53,993	2,073	-27,218	16
43,562	47,667	51,902	54,113	58,482	61,845	2,239	-93,984	17
57,465	63,296	69,507	72,753	79,090	83,883	3,075	-51,609	18
48,283	53,033	57,957	60,495	65,408	69,096	2,549	-3,800	19
40,532	44,122	47,409	48,995	51,953	54,135	2,067	-12,329	20
37,718	41,304	44,580	46,154	49,079	51,230	2,065	-22,022	21
34,617	38,189	41,448	43,004	45,865	47,949	2,055	-64,19	22
42,411	46,004	49,307	50,908	53,907	56,123	2,069	-0,991	23
37,167	41,293	45,135	47,023	50,634	53,392	2,368	-57,100	24
41,183	45,358	49,319	51,304	55,167	58,147	2,380	-19,613	25
37,996	42,260	46,476	48,673	53,099	56,651	2,400	-9,374	26
42,977	46,757	50,196	51,857	54,955	57,226	2,194	21,480	27
49,206	53,583	57,943	60,188	64,582	67,938	2,444	8,667	28
50,839	55,392	59,959	62,302	66,841	70,261	2,521	-85,788	29
52,050	57,375	63,113	66,166	72,220	76,863	2,826	-108,546	30

№ по пор.	Вещество	$\frac{G^\circ - H_0^\circ}{T}$ , дж/моль·град						$H_T^\circ - H_0^\circ$ кдж/моль (при 298° К)	$\Delta H_f^\circ, 0^\circ$ кдж/моль
		298,15° К	500° К	800° К	1000° К	1500° К	2000° К		
31	CCl <sub>4</sub> четыреххлористый углерод . . .	252,12	285,56	321,75	340,62	377,10	404,38	17,280	-101,286
32	CHCl <sub>3</sub> хлороформ . . .	248,245	275,52	305,43	321,41	353,09	377,52	14,209	-99,411
33	CH <sub>2</sub> O муравьиный альдегид . . .	185,16	203,09	220,96	230,54	250,25	-	12,312	-112,143
34	CH <sub>3</sub> Cl хлористый метил . . .	199,45	218,66	239,53	251,04	275,18	294,89	10,418	-78,454
35	CH <sub>4</sub> метан . . .	152,590	170,527	189,108	199,313	220,944	239,015	10,029	-66,965
36	CH <sub>3</sub> O метиловый спирт . . .	201,376	222,34	244,97	257,65	-	-	14,265	-190,380
37	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ацетилен . . .	167,25	186,259	206,915	218,032	240,755	258,95	10,037	227,141
38	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> этилен . . .	183,987	203,794	226,316	239,182	266,776	289,809	10,565	59,609
39	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> этан . . .	189,410	212,42	239,70	255,68	290,62	-	11,950	-69,316
40	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O этиловый спирт . . .	227,065	256,98	292,21	312,34	355,31	-	15,196	-218,865
41	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> пропилен . . .	221,540	248,19	280,495	299,45	340,70	-	13,547	35,146
42	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> пропан . . .	220,622	250,24	287,61	310,03	359,24	-	14,694	-79,555
43	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> 1,3-бутадиен . . .	227,860	258,95	298,07	321,00	370,37	-	15,171	125,95
44	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> 1-бутилен . . .	247,902	282,50	325,60	351,16	406,98	-	17,205	21,656
45	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> n-бутан . . .	244,93	284,14	333,17	362,33	426,95	-	19,435	-97,981
46	изо-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> изобутан . . .	234,64	271,75	319,87	348,86	412,71	-	17,891	-103,345
47	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> n-пентан . . .	269,95	317,73	377,86	413,67	492,54	-	23,552	-114,41
48	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> бензол . . .	221,46	252,04	294,30	320,37	378,44	-	14,234	99,910
49	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> циклогексан . . .	298,23	373,38	483,88	383,21	690,79	-	17,728	-84,308
50	n-C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> n-гексан . . .	295,47	351,92	423,17	465,72	559,15	-	27,706	-129,892
51	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> толуол . . .	259,32	297,90	350,06	382,96	455,01	-	18,012	72,63
52	n-C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> n-гептан . . .	320,91	385,97	468,40	577,56	625,68	-	31,860	-144,829
53	n-C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> n-октан . . .	345,93	419,61	513,2	569,02	691,78	-	36,016	-160,602

### III. Органические

31	CCl <sub>4</sub> четыреххлористый углерод . . .	252,12	285,56	321,75	340,62	377,10	404,38	17,280	-101,286
32	CHCl <sub>3</sub> хлороформ . . .	248,245	275,52	305,43	321,41	353,09	377,52	14,209	-99,411
33	CH <sub>2</sub> O муравьиный альдегид . . .	185,16	203,09	220,96	230,54	250,25	-	12,312	-112,143
34	CH <sub>3</sub> Cl хлористый метил . . .	199,45	218,66	239,53	251,04	275,18	294,89	10,418	-78,454
35	CH <sub>4</sub> метан . . .	152,590	170,527	189,108	199,313	220,944	239,015	10,029	-66,965
36	CH <sub>3</sub> O метиловый спирт . . .	201,376	222,34	244,97	257,65	-	-	14,265	-190,380
37	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ацетилен . . .	167,25	186,259	206,915	218,032	240,755	258,95	10,037	227,141
38	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> этилен . . .	183,987	203,794	226,316	239,182	266,776	289,809	10,565	59,609
39	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> этан . . .	189,410	212,42	239,70	255,68	290,62	-	11,950	-69,316
40	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O этиловый спирт . . .	227,065	256,98	292,21	312,34	355,31	-	15,196	-218,865
41	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> пропилен . . .	221,540	248,19	280,495	299,45	340,70	-	13,547	35,146
42	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> пропан . . .	220,622	250,24	287,61	310,03	359,24	-	14,694	-79,555
43	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> 1,3-бутадиен . . .	227,860	258,95	298,07	321,00	370,37	-	15,171	125,95
44	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> 1-бутилен . . .	247,902	282,50	325,60	351,16	406,98	-	17,205	21,656
45	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> n-бутан . . .	244,93	284,14	333,17	362,33	426,95	-	19,435	-97,981
46	изо-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> изобутан . . .	234,64	271,75	319,87	348,86	412,71	-	17,891	-103,345
47	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> n-пентан . . .	269,95	317,73	377,86	413,67	492,54	-	23,552	-114,41
48	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> бензол . . .	221,46	252,04	294,30	320,37	378,44	-	14,234	99,910
49	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> циклогексан . . .	298,23	373,38	483,88	383,21	690,79	-	17,728	-84,308
50	n-C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> n-гексан . . .	295,47	351,92	423,17	465,72	559,15	-	27,706	-129,892
51	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> толуол . . .	259,32	297,90	350,06	382,96	455,01	-	18,012	72,63
52	n-C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> n-гептан . . .	320,91	385,97	468,40	577,56	625,68	-	31,860	-144,829
53	n-C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> n-октан . . .	345,93	419,61	513,2	569,02	691,78	-	36,016	-160,602

$\frac{G^\circ - H_0^\circ}{T}$ , кал/моль·град						$H_T^\circ - H_0^\circ$ ккал/моль (при 298° К)	$\Delta H_f^\circ, 0^\circ$ ккал/моль	№ по пор.
298,15° К	500° К	800° К	1000° К	1500° К	2000° К			

## соединения

60,26	68,25	76,90	81,41	90,13	96,65	4,130	-24,208	31
59,33	65,85	73,00	76,82	84,39	90,23	3,396	-23,76	32
44,25	48,54	52,81	55,11	59,81	-	2,393	-26,803	33
47,67	52,26	57,25	60,00	65,77	70,48	2,490	-18,75	34
36,470	40,757	45,198	47,637	52,807	57,126	2,397	-16,005	35
48,13	53,14	58,55	61,58	-	-	2,731	-45,502	36
39,974	44,517	49,454	52,111	57,542	61,890	2,392	54,288	37
43,974	48,708	54,091	57,166	63,761	69,266	2,525	14,487	38
45,27	50,77	57,29	61,11	69,46	-	2,856	-16,567	39
54,27	61,42	69,84	74,65	84,92	-	3,632	-52,310	40
52,95	59,32	67,04	71,57	81,43	-	3,238	8,400	41
52,73	59,81	68,74	74,10	85,86	-	3,512	-19,014	42
54,46	61,89	71,24	76,72	88,52	-	3,626	30,103	43
59,25	67,52	77,82	83,93	97,27	-	4,112	5,176	44
58,54	67,91	79,63	86,60	101,95	-	4,645	-23,418	45
56,08	64,95	76,45	83,38	98,64	-	4,276	-24,70	46
64,52	75,94	90,31	98,87	117,72	-	5,629	-27,345	47
52,93	60,24	70,34	76,57	90,45	-	3,402	23,879	48
71,28	89,24	115,65	131,59	165,1	-	4,237	-20,15	49
70,62	84,11	101,14	111,31	133,64	-	6,622	-31,045	50
61,98	71,20	83,79	91,53	108,75	-	4,305	17,359	51
76,70	92,25	111,95	123,70	149,54	-	7,615	-34,615	52
82,68	100,29	122,66	136,00	165,34	-	8,608	-38,385	53

## Температура 3000—10000° К

Вещество	$-\frac{G^{\circ} - H_0^{\circ}}{T}$ , дж/моль·град			$-\frac{G^{\circ} - H_0^{\circ}}{T}$ , кал/моль·град		
	3000° К	5000° К	10000° К	3000° К	5000° К	10000° К
Br . . . . .	202,8002	214,0647	—	48,4704	51,1627	—
Br <sub>2</sub> . . . . .	294,800	314,532	—	70,459	75,175	—
C . . . . .	30,171	41,602	—	7,211	9,943	—
Cl . . . . .	194,3401	205,3277	—	46,4484	49,0745	—
Cl <sub>2</sub> . . . . .	271,638	291,185	—	64,923	69,595	—
F . . . . .	187,0700	197,8819	—	44,7108	47,2949	—
F <sub>2</sub> . . . . .	250,170	270,023	—	59,792	64,537	—
H . . . . .	141,8146	152,4332	166,8429	33,8945	36,4324	39,8764
H <sub>2</sub> . . . . .	170,3838	187,5896	213,1459	40,7227	44,8350	50,9431
J . . . . .	207,9950	218,9596	—	49,7120	52,3326	—
J <sub>2</sub> . . . . .	310,390	330,344	—	74,185	78,954	—
N <sub>2</sub> . . . . .	232,9969	250,6588	275,7746	55,6876	59,9089	65,9117
O . . . . .	188,5001	199,2848	214,2062	45,0526	47,6302	51,1965
O <sub>2</sub> . . . . .	248,8120	267,5982	294,8105	59,4675	63,9575	70,4614
S <sub>2</sub> . . . . .	276,445	296,244	—	66,072	70,804	—
CH <sub>4</sub> . . . . .	268,291	310,670	—	64,123	74,252	—
CO . . . . .	239,4495	257,2361	282,5376	57,2298	61,4809	67,5281
CO <sub>2</sub> . . . . .	279,956	308,545	—	66,911	73,744	—
COCl <sub>2</sub> . . . . .	380,631	419,722	—	90,973	100,316	—
CS <sub>2</sub> . . . . .	311,829	341,720	—	74,529	81,673	—
HBr . . . . .	239,923	257,776	—	57,343	61,610	—
HCl . . . . .	227,572	245,187	—	54,391	58,601	—
HF . . . . .	213,376	230,425	—	50,998	55,073	—
HJ . . . . .	248,438	266,529	—	59,378	63,702	—
H <sub>2</sub> O . . . . .	241,099	266,031	305,118	57,624	63,583	72,925
H <sub>2</sub> S . . . . .	262,354	288,868	—	62,704	69,041	—
NH <sub>3</sub> . . . . .	260,659	294,972	—	62,299	70,500	—
NO . . . . .	253,248	271,2726	296,6556	60,5278	64,8357	70,9024
NO <sub>2</sub> . . . . .	305,386	334,435	—	72,989	79,932	—
SO <sub>2</sub> . . . . .	315,235	343,527	—	75,343	82,105	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	350,602	389,154	—	83,796	93,010	—

## 9. Теплота сгорания органических соединений в стандартных условиях

Конечные продукты сгорания:  $\text{CO}_2$  (ж.),  $\text{H}_2\text{O}$  (г.),  $\text{N}_2$  (г.),  $\text{SO}_2$  (г.). В соединениях, содержащих галогены, конечными продуктами, помимо указанных, являются галогеноводороды.

Соединения	$\Delta H^\circ_{298}$		Соединения		$\Delta H^\circ_{298}$
	КДЖ/МОЛ	ККДЖ/МОЛ	КДЖ/МОЛ	ККДЖ/МОЛ	
Углеводороды					
$\text{CH}_4$ (г.) метан . . . . .	-890,31	-212,79	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ (пр.) бензойная кислота . . . . .	-3927,54	-771,4
$\text{C}_2\text{H}_6$ (г.) этилен . . . . .	-1293,63	-310,62	$\text{C}_18\text{H}_{36}\text{O}_2$ (кр.) стеариновая кислота . . . . .	-1127,46	-2694,7
$\text{C}_2\text{H}_4$ (г.) этан . . . . .	-1410,97	-337,23	$\text{C}_6\text{H}_{12}$ (ж.) гликозид . . . . .	-2815,8	-673
$\text{C}_2\text{H}_6$ (г.) этилен . . . . .	-1559,88	-372,82	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ (ж.) камфора . . . . .	-5904	-1411
$\text{C}_2\text{H}_4$ (г.) пропилен . . . . .	-2058,55	-492,0	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_11$ (кр.) сахара . . . . .	-5648	-1350
$\text{C}_2\text{H}_8$ (г.) пропан . . . . .	-2220,03	-680,6	Галогенсодержащие соединения		
$\text{C}_3\text{H}_8$ (г.) пропилен . . . . .	-2878,38	-687,95	$\text{CCl}_4$ (ж.) четыреххлористый углерод . . . . .	-156,1	-37,3
$\text{n-C}_4\text{H}_{10}$ (г.) изобутан . . . . .	-2811,69	-686,35	$\text{CHCl}_3$ (ж.) хлороформ . . . . .	-373,2	-80,2
$\text{iso-C}_4\text{H}_{10}$ (г.) изобутан . . . . .	-3336,15	-845,16	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$ (ж.) хлористый метил . . . . .	-689,1	-164,7
$\text{C}_5\text{H}_{12}$ (г.) пентан . . . . .	-3989,59	-789,10	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ (ж.) хлорбензол . . . . .	-3140,9	-750,7
$\text{C}_6\text{H}_6$ (ж.) бензол . . . . .	-781,0	-196,88	Серусодержащие соединения		
$\text{C}_6\text{H}_6$ (ж.) циклогексан . . . . .	-3267,70	-894,58	$\text{COS}$ (г.) серокись углерода . . . . .	-553,1	-132,2
$\text{C}_7\text{H}_8$ (ж.) толуол . . . . .	-3919,91	-930,28	$\text{CS}_2$ (ж.) серогидрид . . . . .	-1075	-257
$\text{C}_8\text{H}_{10}$ (ж.) аксилол . . . . .	-4552,86	-1088,16	Азотсодержащие соединения		
$\text{C}_10\text{H}_8$ (кр.) нафтилин . . . . .	-5156,78	-1232,5	$\text{CH}_3\text{ON}_2$ (кр.) мочевина . . . . .	-634,3	-151,1
$\text{C}_14\text{H}_{10}$ (кр.) фенантрен . . . . .	-7049,87	-1684,96	$\text{C}_2\text{N}_2$ (ж.) дциан . . . . .	-1087,8	-260,0
Кислородсодержащие соединения					
$\text{CH}_2\text{O}$ (ж.) метиловый спирт . . . . .	-726,64	-173,67	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_9\text{N}_3$ (ж.) нитроглицерин . . . . .	-368,4	-86,4
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (ж.) этиловый спирт . . . . .	-1366,91	-326,70	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ (ж.) инидрин . . . . .	-2755,2	-658,5
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (ж.) гликоль . . . . .	-1192,86	-285,1	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_6\text{N}_3$ (кр.) силь-тринитробензол . . . . .	-2178,2	-664,0
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ (ж.) глицерин . . . . .	-164,40	-397,8	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_6\text{N}_3$ (кр.) пикриновая кислота . . . . .	-2539,3	-678,6
$\text{C}_2\text{H}_6$ (ж.) фенол . . . . .	-3063,52	-732,77	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_6\text{N}_4$ (ж.) о-дinitротробензол . . . . .	-2560,2	-611,9
$\text{C}_2\text{H}_6$ (г.) формальдегид . . . . .	-563,55	-134,7	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_6\text{N}_4$ (ж.) ацетон . . . . .	-2944,3	-703,7
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (г.) ацетальдегид . . . . .	-1192,44	-278,9	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_6\text{N}_4$ (ж.) этилацетат . . . . .	-2297,1	-697,2
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ (ж.) ацетон . . . . .	-1789,77	-427,77	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_6\text{N}_4$ (ж.) диметилробензол . . . . .	-2910,4	-695,6
$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ (ж.) этилацетат . . . . .	-2254,21	-588,77	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2$ (ж.) муртиновая кислота . . . . .	-3391,2	-738,9
$\text{C}_4\text{H}_10\text{O}$ (ж.) диметиловый эфир . . . . .	-2730,90	-632,7	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_3$ (ж.) нитробензол . . . . .	-2884	-689,3
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (ж.) муравьиная кислота . . . . .	-256,48	-61,3	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_3$ (ж.) <i>n</i> -нитрофенол . . . . .	-3396,2	-811,7
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ (ж.) уксусная кислота . . . . .	-873,79	-208,84	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7$ (ж.) анапин . . . . .	-53,8	
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ (кр.) шавелевая кислота . . . . .	-246,02	-53,8			

110. Интегральная теплота растворения  $\Delta H_{\text{ин}}$  солей в воде при  $25^{\circ}\text{C}$

Продолжение

№ по пор.	$m$ , моля соли на 1 кг $H_2O$	KJ		KCIO <sub>4</sub>		KNO <sub>3</sub>		K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		NH <sub>4</sub> Cl		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>		CaCl <sub>2</sub>		Продолжение	
		кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar	кдк/molar
1	1/∞	20,50	4,900	50,84	12,150	34,93	8,348	23,71	5,667	14,73	3,520	25,77	6,16	-82,93	-19,82		
2	0,01	20,67	4,940	50,89	12,163	35,03	8,372	24,48	5,850	14,85	3,550	25,79	6,16	-82,68	-19,76		
3	0,02	20,71	4,950	50,84	12,150	35,02	8,371	24,58	5,875	14,94	3,570	25,82	6,17	-82,38	-19,69		
4	0,05	20,73	4,955	50,66	12,109	34,94	8,352	24,75	5,915	15,02	3,590	25,75	6,155	-81,25	-19,42		
5	0,1	20,71	4,950	50,37	12,038	34,77	8,310	24,78	5,923	15,10	3,610	25,56	6,11	-80,88	-19,33		
6	0,2	20,67	4,940	-	-	-	-	24,58	5,875	15,19	3,630	25,38	6,065	-80,50	-19,24		
7	0,3	20,59	4,920	-	-	-	-	24,27	5,800	15,23	3,640	25,21	6,025	-80,25	-19,18		
8	0,4	20,42	4,880	-	-	-	-	23,95	5,725	15,27	3,650	25,06	5,99	-80,02	-19,125		
9	0,5	20,29	4,850	-	-	-	-	23,58	5,635	15,27	3,650	24,31	5,81	-79,83	-19,08		
10	1,0	19,73	4,715	-	-	-	-	-	-	15,31	3,660	23,05	5,51	-79,04	-18,89		
11	2,0	18,62	4,450	-	-	-	-	-	-	15,27	3,650	21,97	5,25	-77,74	-18,58		
12	3,0	17,66	4,220	-	-	-	-	-	-	15,23	3,640	-	-	-	-		
13	4,0	16,82	4,020	-	-	-	-	-	-	15,19	3,630	21,17	5,06	-	-		
14	5,0	16,09	3,845	-	-	-	-	-	-	15,15	3,620	20,46	4,89	-	-		
15	6,0	15,47	3,697	-	-	-	-	-	-	15,10	3,610	19,92	4,76	-	-		
16	7,0	14,92	3,565	-	-	-	-	-	-	15,02	3,590	19,41	4,64	-	-		
17	8,0	14,46	3,455	-	-	-	-	-	-	-	-	18,95	4,53	-	-		
18	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,54	4,43	-	-		
19	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,16	4,34	-	-		
20	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,45	4,17	-	-		
21	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,84	4,025	-	-		
22	18,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,61	3,97	-	-		
23	Насын. раствор	14,07	3,362	-	-	-	-	-	-	22,78	5,445	15,02	3,590	-	-		
Концентрация $m$ насыщенного раствора, моли на 1 кг $H_2O$		8,98															
4*																	
																0,69	7,35

**11. Интегральная теплота растворения  $\Delta H_m$  кислот и щелочей в воде при 25° С**

№ по порядку	Число молей $H_2O$ на 1 моль кислоты или щелочи на 1 кг $H_2O$	$m$ , моль кислоты или щелочи на 1 кг $H_2O$	HCl		$H_2SO_4$		$HNO_3$		NaOH		KOH		
			$KOAc/MoAc$	$KNaAc/MoAc$									
1	0,5	111,02	—	—	3,76	—	3,134	—	7,06	—	—	—	
2	1	55,51	26,23	6,268	15,73	6,71	13,11	29,54	7,66	—	—	—	
3	2	27,75	48,82	11,668	28,07	10,02	20,08	4,860	32,05	28,89	6,905	41,80	
4	3	18,50	56,85	13,588	41,92	11,71	24,30	5,808	32,76	7,83	34,43	45,77	
5	4	13,88	61,20	14,628	48,99	14,06	12,92	26,98	6,448	33,26	8,03	9,99	
6	5	11,10	64,05	15,308	58,03	13,87	28,73	6,866	33,60	7,76	9,025	10,94	
7	6	9,25	65,89	15,748	60,75	14,52	29,84	7,131	—	39,87	9,530	48,24	
8	8	6,94	68,23	16,308	64,60	15,44	31,12	7,439	—	41,92	10,020	11,53	
9	10	5,55	69,49	16,608	67,03	16,02	31,84	7,610	34,27	8,19	42,51	51,76	
10	15	3,70	70,99	16,967	70,17	16,77	32,46	7,758	—	42,84	10,160	12,370	
11	20	2,78	71,78	17,155	71,50	17,09	32,67	7,808	34,43	8,23	42,87	52,66	
12	30	1,85	72,59	17,350	72,68	17,37	32,76	7,830	34,48	8,24	—	12,585	
13	40	1,39	73,02	17,453	73,09	17,47	32,75	7,828	34,48	8,24	—	12,815	
14	50	1,11	73,28	17,514	73,35	17,53	32,74	7,826	34,52	8,25	42,53	53,95	
15	75	0,740	73,65	17,602	73,68	17,61	32,74	7,825	—	42,84	10,240	12,895	
16	100	0,555	73,85	17,650	73,97	17,68	32,75	7,287	34,56	8,26	42,87	53,95	
17	200	0,278	74,20	17,735	74,94	17,91	32,80	7,840	34,64	8,28	42,30	54,56	
18	500	0,111	74,52	17,811	76,73	18,34	32,90	7,863	—	42,36	10,125	54,75	
19	700	0,0793	74,61	17,832	77,57	18,54	32,94	7,873	—	—	—	13,085	
20	1000	0,0555	74,68	17,850	78,58	18,78	32,98	7,882	—	42,47	10,150	54,87	
21	2000	0,0278	74,82	17,883	80,88	19,33	33,05	7,899	—	42,55	10,170	55,00	
22	5000	0,0111	74,93	17,909	84,43	20,18	33,13	7,919	—	42,66	10,195	55,10	
23	10 000	0,0056	74,99	17,924	87,07	20,81	33,19	7,932	—	42,72	10,210	55,17	
24	20 000	0,0028	75,04	17,935	89,62	21,42	33,27	7,951	—	—	42,80	10,230	
25	50 000	0,0011	75,08	17,944	92,34	22,07	33,34	7,968	—	—	42,87	10,245	
26	$\infty$	$1/\infty$	75,14	17,960	96,19	22,99	33,34	7,968	34,64	—	—	55,25	13,204
												55,31	13,220

## 12. Интегральная теплота растворения солей, образующих кристаллогидраты, при 18° С

Вещество	Число молей H <sub>2</sub> O на 1 моль соли	$\Delta H$	
		кДж/моль	ккал/моль
BaCl <sub>2</sub>	400	-8,66	-2,07
BaCl <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	400	-6,49	-1,55
BaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	400	+18,49	+4,42
CuSO <sub>4</sub>	800	-66,53	-15,90
CuSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	800	-39,04	-9,33
CuSO <sub>4</sub> · 3H <sub>2</sub> O	800	-15,10	-3,61
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	800	+11,72	+2,80
MgSO <sub>4</sub>	400	-84,94	-20,30
MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	400	-55,65	-13,30
MgSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	400	-46,23	-11,05
MgSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	400	-17,74	-4,24
MgSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O	400	+0,42	+0,10
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	400	+16,11	+3,85
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	800	-11,30	-2,7
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> · 7H <sub>2</sub> O	800	+46,86	+11,2
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	400	-23,64	-5,65
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	400	+1,59	+0,38
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	400	+48,53	+11,60
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O	400	+95,14	+22,74
ZnSO <sub>4</sub>	400	-77,57	-18,54
ZnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	400	-41,84	-10,00
ZnSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O	400	+3,51	+0,84
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	400	+17,70	+4,23

## 13. Интегральная теплота растворения $\Delta H_m$ некоторых солей в этиленгликоле

$m$ , моли соли на 1 кг раствори- теля	NaJ				KJ	
	2,5° С		25° С		25° С	
	кДж/моль	ккал/моль	кДж/моль	ккал/моль	кДж/моль	ккал/моль
0,00	-33,89	-8,10	-31,80	-7,60	-4,35	-1,04
0,01	-30,42	-7,27	-	-	-4,18	-1,00
0,02	-30,04	-7,18	-29,87	-7,14	-3,93	-0,940
0,05	-30,04	-7,18	-29,08	-6,95	-3,49	-0,835
0,1	-29,66	-7,09	-28,37	-6,78	-3,14	-0,750
0,2	-29,08	-6,95	-27,61	-6,60	-2,64	-0,630
0,3	-28,70	-6,86	-27,24	-6,51	-2,28	-0,545
0,4	-28,45	-6,80	-27,03	-6,46	-2,01	-0,480
0,5	-28,20	-6,74	-26,78	-6,40	-1,78	-0,425
1,0	-27,28	-6,52	-25,86	-6,18	-0,95	-0,228
1,5	-26,44	-6,32	-24,94	-5,96	-0,25	-0,060
2,0	-25,52	-6,10	-24,02	-5,74	+0,35	+0,084
2,5	-24,68	-5,90	-23,14	-5,53	+0,92	+0,220
3,0	-23,80	-5,69	-22,26	-5,32		
3,5	-22,93	-5,48	-21,34	-5,10		
4,0	-22,09	-5,28	-20,42	-4,88		
4,5	-21,21	-5,07	-19,50	-4,66		
5,0			-18,62	-4,45		

**14. Интегральная теплота растворения  $\Delta H_m$  некоторых солей в ацетоне и метиловом спирте**

<i>m</i> , моля соли на 1 кг растворителя	NaJ в ацетоне				NaJ в метиловом спирте				KJ в метиловом спирте					
	10° C		25° C		40° C		25° C		50° C		25° C		50° C	
	KOHC/MOAB	KKAA/MOAB	KOHC/MOAB	KKAA/MOAB	KOHC/MOAB	KKAA/MOAB	KOHC/MOAB	KKAA/MOAB	KOHC/MOAB	KKAA/MOAB	KOHC/MOAB	KKAA/MOAB	KOHC/MOAB	KKAA/MOAB
0,00	-45,27	-10,82	-44,10	-10,54	-42,93	-10,26	-35,56	-8,50	-30,33	-7,25	-29,08	-6,95	-	-
0,01	-43,85	-10,48	-42,55	-10,17	-41,46	-9,91	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	-40,71	-9,73	-39,37	-9,41	-37,28	-8,90	-	-	-	-	-	-	-	-
0,1	-38,74	-9,26	-36,82	-8,80	-32,97	-7,88	-29,20	-6,98	-30,12	-7,20	-28,66	-6,85	0,15	0,00
0,2	-37,40	-8,94	-34,39	-8,22	-31,46	-7,52	-28,03	-6,70	-28,87	-6,90	-27,20	-6,50	2,64	0,63
0,3	-36,40	-8,70	-33,39	-7,98	-30,54	-7,30	-27,53	-6,58	-28,03	-6,70	-26,36	-6,30	3,97	0,95
0,4	-35,65	-8,52	-32,55	-7,78	-29,79	-7,12	-26,99	-6,45	-27,20	-6,50	-25,94	-6,20	4,06	0,97
0,5	-34,98	-8,36	-31,88	-7,62	-29,20	-6,98	-26,36	-6,30	-26,99	-6,45	-25,52	-6,10	4,14	0,99
1,0	-31,88	-7,62	-28,95	-6,92	-26,11	-6,24	-23,77	-5,68	-24,48	-5,85	-22,59	-5,40	4,52	1,08
2,0	-	-	-23,93	-5,72	-21,00	-5,02	-19,66	-4,70	-21,13	-5,05	-17,99	-4,30	-	-
3,0	-	-	-	-	-	-	-15,90	-3,80	-18,83	-4,50	-15,48	-3,70	-	-
4,0	-	-	-	-	-	-	-12,34	-2,95	-16,53	-3,95	-12,55	-3,00	-	-
5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-14,85	-3,55	-10,88	-2,60	-	-
Насыщ. раствор	-28,28	-6,76	-21,92	-5,24	-20,59	-4,92	-10,04	-2,40	-14,23	-3,40	-10,04	-2,40	4,69	1,12
Концентрация <i>m</i> насыщенного раствора, моля соли на 1 кг растворителя	~1,60	2,68	~2,20	4,58	5,34	5,34	1,01	1,08						

**15. Химическая теплота  $\Delta H_h^l$ , энтропия  $\Delta S_h^l$  и энергия  $\Delta G_h^l$  гидратации ионов в бесконечно разбавленных водных растворах при 25° С**

Ион	$-\Delta H_h^l$ , кдж/моль	$-\Delta S_h^l$ , дж/моль·град	$-\Delta G_h^l$ , кдж/моль	$-\Delta H_h^l$ , ккал/моль	$-\Delta S_h^l$ , кал/моль·град	$-\Delta G_h^l$ , ккал/моль
Ag <sup>+</sup> . . . . .	489,53	66,51	472,79	117	15,93	113
Ba <sup>2+</sup> . . . . .	1338,88	129,70	1297,04	320	31	310
Br <sup>-</sup> . . . . .	317,98	56,15	301,25	76	13,42	72
CN <sup>-</sup> . . . . .	347,27	96,23	317,98	83	23	76
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> . . . . .	1389,09	273,22	1309,60	332	65,3	313
Ca <sup>2+</sup> . . . . .	1615,02	183,68	1560,63	386	43,90	373
Cd <sup>2+</sup> . . . . .	1836,78	202,09	1778,20	439	48,30	425
Cl <sup>-</sup> . . . . .	351,46	71,55	330,54	84	17,1	79
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> . . . . .	225,94	55,64	209,20	54	13,3	50
Cs <sup>+</sup> . . . . .	280,33	10,04	276,14	67	2,4	66
Cu <sup>2+</sup> . . . . .	2129,66	247,70	2054,34	509	59,20	491
F <sup>-</sup> . . . . .	485,34	128,44	447,69	116	30,7	107
H <sup>+</sup> . . . . .	1108,76	—	—	265	—	—
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> . . . . .	460,24	—	—	110	—	—
J <sup>-</sup> . . . . .	280,33	33,67	267,78	67	8,05	64
K <sup>+</sup> . . . . .	338,90	25,94	330,54	81	6,2	79
Li <sup>+</sup> . . . . .	531,36	92,05	506,26	127	22,0	121
Mg <sup>2+</sup> . . . . .	1953,94	240,16	1882,80	467	57,4	450
Mn <sup>2+</sup> . . . . .	1878,62	227,19	1811,67	449	54,30	433
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> . . . . .	246,86	53,14	230,12	59	12,7	55
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> . . . . .	326,35	46,44	313,80	78	11,1	75
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> . . . . .	309,62	70,71	288,70	74	16,9	69
Na <sup>+</sup> . . . . .	422,59	61,09	405,84	101	14,6	97
OH <sup>-</sup> . . . . .	510,45	157,32	464,42	122	37,6	111
Rb <sup>+</sup> . . . . .	313,80	13,39	309,62	75	3,2	74
SCN <sup>-</sup> . . . . .	309,62	—	—	74	—	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> . . . . .	1108,76	219,66	1041,82	265	52,5	249
Sr <sup>2+</sup> . . . . .	1476,95	164,43	1426,74	353	39,3	341
Tl <sup>+</sup> . . . . .	343,09	21,34	334,72	82	5,1	80
Zn <sup>2+</sup> . . . . .	2075,26	240,83	2004,14	496	57,56	479

**16. Энергия  $U_{298}^\delta$  кристаллических решеток**

	F	Cl	Br	J	O	S	OH	H	kkca/Moab	
									kkca/Moab	kkca/Moab
Li . . .	1028	246	848	203	803	192	752	180	—	—
Na . . .	916	219	782	187	744	178	698	167	—	858
K . . .	812	194	711	170	678	162	644	154	—	882
Rb . . .	778	186	686	164	656	157	623	149	—	790
Cs . . .	732	175	644	154	623	149	590	141	—	766
NH <sub>4</sub> . . .	816	195	640	153	615	147	577	138	—	720
Cu . . .	—	—	866	207	828	198	786	188	2708	616
Ag . . .	941	225	890	213	874	209	866	207	—	—
F <sub>2</sub>		Cl <sub>2</sub>		Br <sub>2</sub>		J <sub>2</sub>	O	S		
Mg . . .	2880	689	2490	595	2413	577	2313	553	3930	940
Ca . . .	2580	617	2198	525	2124	508	2038	487	3520	842
Sr . . .	2428	580	2109	504	2043	489	1953	467	3315	791
Ba . . .	2290	547	1958	468	1936	463	1840	440	3125	747
Cu . . .	—	—	2760	660	—	—	—	—	4140	990
Zn . . .	—	—	2685	642	2650	633	2592	620	4060	970
Cd . . .	2770	662	2500	598	2480	593	2355	563	3820	911
Hg . . .	—	—	2610	624	2610	624	2635	630	3930	940
Pb . . .	2470	590	2234	534	2210	528	2080	497	3610	850
Mn . . .	—	—	2462	589	—	—	—	—	3850	920

**17. Термодинамические функции Эйнштейна для линейного гармонического осциллятора**

$\frac{\theta}{T}$	$C_E$	$\text{дж/г-ат}$		$\text{кал/г-ат}$		$S = \frac{U - F}{T}$
		$\int_0^T C dT$	$\frac{U - U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$\int_0^T C dT$	$\frac{U - U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	
0	8,309	8,309	—	—	1,986	1,986
0,1	8,297	7,899	19,539	27,447	1,983	1,888
0,15	8,288	7,703	16,276	23,974	1,981	1,841
0,20	8,280	7,368	14,184	21,715	1,979	1,761
0,25	8,268	7,309	12,510	19,832	1,976	1,747
0,30	8,259	7,121	11,213	18,368	1,974	1,702
0,35	8,230	6,941	10,125	17,071	1,967	1,659
0,40	8,200	6,757	9,205	15,983	1,960	1,615
0,45	8,167	6,577	8,452	15,062	1,952	1,572
0,50	8,138	6,406	7,740	14,142	1,945	1,531
0,55	8,109	6,234	7,150	13,389	1,938	1,490
0,60	8,067	6,063	6,615	12,682	1,928	1,449
0,65	8,025	5,899	6,138	12,037	1,918	1,410
0,70	7,983	5,736	5,707	11,447	1,908	1,371
0,75	7,933	5,581	5,314	10,895	1,896	1,334
0,80	7,883	5,423	4,958	10,385	1,884	1,297
0,85	7,828	5,272	4,636	9,912	1,871	1,260
0,90	7,774	5,121	4,339	9,464	1,858	1,224
0,95	7,715	4,983	4,067	9,046	1,844	1,191
1,00	7,652	4,837	3,812	8,652	1,829	1,156
1,05	7,590	4,699	3,582	8,280	1,814	1,123
1,10	7,523	4,561	3,364	7,929	1,798	1,090
1,15	7,456	4,427	3,163	7,845	1,782	1,058
1,20	7,385	4,297	2,979	7,280	1,765	1,027
1,25	7,309	4,171	2,807	6,979	1,747	0,997
1,30	7,234	4,050	2,644	6,694	1,729	0,968
1,35	7,159	3,929	2,494	6,422	1,711	0,939
1,40	7,079	3,812	2,356	6,012	1,692	0,911
1,45	7,000	3,694	2,222	5,916	1,673	0,883
1,50	6,941	3,582	2,100	5,682	1,659	0,856
1,55	6,832	3,468	1,983	5,456	1,633	0,829
1,60	6,745	3,364	1,874	5,238	1,612	0,804
1,65	6,661	3,259	1,774	5,033	1,592	0,779
1,70	6,569	3,159	1,678	4,837	1,570	0,755
1,75	6,481	3,058	1,586	4,648	1,549	0,731
1,80	6,389	2,962	1,502	4,464	1,527	0,708
1,85	6,297	2,870	1,422	4,293	1,505	0,686
1,90	6,205	2,778	1,347	4,125	1,483	0,664
1,95	6,113	2,648	1,276	3,966	1,461	0,633
2,00	6,021	2,602	1,209	3,812	1,439	0,622
2,10	5,828	2,435	1,084	3,523	1,393	0,582

$\frac{\theta}{T}$	$C_E$	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C d\tau$	$\frac{F-F_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{dT}{T_2} \int_0^T C d\tau$	$S = \frac{U-F}{T}$	$C_E$	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C d\tau$	$\frac{F-F_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{dT}{T_2} \int_0^T C d\tau$	$S = \frac{U-F}{T}$
		дж/з-ат				кал/з-ат		
2,20	5,640	2,280	0,975	3,255	1,348	0,545	0,233	0,778
2,30	5,448	2,134	0,879	3,008	1,302	0,510	0,210	0,719
2,40	5,255	1,992	0,791	2,782	1,256	0,476	0,189	0,665
2,50	5,063	1,858	0,711	2,569	1,210	0,444	0,170	0,614
2,60	4,870	1,732	0,640	2,377	1,164	0,414	0,153	0,568
2,70	4,682	1,615	0,577	2,197	1,119	0,386	0,138	0,525
2,80	4,494	1,506	0,523	2,029	1,074	0,360	0,125	0,485
2,90	4,310	1,406	0,469	1,874	1,030	0,336	0,112	0,448
3,00	4,125	1,305	0,427	1,732	0,986	0,312	0,102	0,414
3,10	3,946	1,218	0,385	1,598	0,943	0,291	0,092	0,382
3,20	3,770	1,130	0,347	1,477	0,901	0,270	0,083	0,353
3,30	3,598	1,050	0,314	1,364	0,860	0,251	0,075	0,326
3,40	3,431	0,975	0,280	1,259	0,820	0,233	0,067	0,301
3,50	3,268	0,908	0,255	1,159	0,781	0,217	0,061	0,277
3,60	3,113	0,841	0,230	1,071	0,744	0,201	0,055	0,256
3,70	2,958	0,782	0,209	0,987	0,707	0,187	0,050	0,236
3,80	2,812	0,724	0,188	0,912	0,672	0,173	0,045	0,218
3,90	2,665	0,669	0,172	0,841	0,637	0,160	0,041	0,201
4,00	2,527	0,619	0,155	0,774	0,604	0,148	0,037	0,185
4,20	2,268	0,531	0,126	0,657	0,542	0,127	0,030	0,157
4,40	2,025	0,456	0,105	0,556	0,484	0,109	0,025	0,133
4,60	1,803	0,3878	0,084	0,473	0,431	0,0927	0,020	0,113
4,80	1,602	0,3305	0,067	0,402	0,383	0,0790	0,016	0,096
5,00	1,418	0,2816	0,058	0,339	0,339	0,0673	0,014	0,081
5,20	1,255	0,2397	0,046	0,284	0,300	0,0573	0,011	0,068
5,40	1,096	0,2038	0,038	0,243	0,262	0,0487	0,009	0,058
5,60	0,971	0,1728	0,029	0,205	0,232	0,0413	0,007	0,049
5,80	0,854	0,1477	0,025	0,172	0,204	0,0353	0,006	0,041
6,00	0,745	0,1243	0,021	0,146	0,178	0,0297	0,005	0,035
6,40	0,569	0,1050	0,012	0,100	0,136	0,0251	0,003	0,024
6,80	0,431	0,0632	0,008	0,071	0,103	0,0151	0,002	0,017
7,20	0,322	0,0448	0,004	0,058	0,077	0,0107	0,001	0,014
7,60	0,238	0,0318	0,004	0,038	0,057	0,0076	0,001	0,009
8,00	0,1786	0,0222	0,004	0,025	0,0427	0,0053	0,001	0,006
8,40	0,134	0,0159	0,000	0,017	0,032	0,0038	0,000	0,004
8,80	0,096	0,0126	—	0,012	0,023	0,0030	—	0,003
9,20	0,071	0,0075	—	0,008	0,017	0,0018	—	0,002
9,60	0,050	0,0054	—	0,004	0,012	0,0013	—	0,001
10,00	0,038	0,0038	—	—	0,009	0,0009	—	—
11	0,017	0,0017	—	—	0,004	0,0004	—	—
12	0,0071	0,0004	—	—	0,0017	0,0001	—	—
13	0,0029	—	—	—	0,0007	—	—	—

## 18. Температура плавления, атомный (молекулярный) объем вблизи температуры плавления и характеристическая температура некоторых веществ в кристаллическом состоянии

Атомные (молекулярные) объемы  $v$  выражены в  $\text{см}^3/\text{г-ат}$  или  $\text{см}^6/\text{моль}$ . Для пересчета в  $\text{кг}^2/\text{моль}$  табличные величины нужно умножить на  $10^{-6}$ .

Вещество	Т. плавл., °К	Характеристиче- ская температура $\theta$		вещество	т. плавл., °К	$v$	Характеристиче- ская температура $\theta$
		$v$	Характеристиче- ская температура $\theta$				
Ag	1235	10,28	214 (225)	K	336,1	45,30	100
Al	931,5	10,19	389	Li	456	11,76	385
Au	1337	10,21	173 (165)	Mg	923	13,98	290
Ba	1120	36,34	115	N <sub>2</sub>	62,7	13,65	68
Be	1551	5,26	1000	Na	370,7	22,85	172
Bi	544,1	21,26	80 (117)	Ni	1725,4	6,59	375 (390)
Br <sub>2</sub>	265,8	25,08**	86	O <sub>2</sub>	54,7	11,22	89
C (алмаз)	3800 *	3,41	1910 (2240)	Pb	600,6	18,28	88 (95)
Ca	1123	25,22	228	Pt	2042	8,66	(229)
Cd	594	12,99	168	Si	1724	11,37	(660)
Cl <sub>2</sub>	171,9	21,36**	115	Tl	2098	10,5	(430)
Co	1762,9	6,76	385 (390)	W	3653	9,83	(370)
Cr	~2150	7,72	(490)	KBr	1003	44,0	177
Cu	1356	7,12	313 (343)	KCl	1049	37,5	230
F <sub>2</sub>	50	16,66**	100	NaCl	1073	27,0	281
Fe	1806	7,11	433 (410)	BaF <sub>2</sub>	1553	36,4	177
H <sub>2</sub>	13,96	13,21**	91	CaF <sub>2</sub>	1633	24,5	474
J <sub>2</sub>	386,6	25,93**	76	H <sub>2</sub> O	273,15	1	192

\* При давлении  $> 10132,5 \text{ кн}/\text{м}^2$  ( $100 \text{ атм}$ ).

\*\* Атомный объем.

# 19. Термодинамические функции Дебая для кристаллических веществ

$\frac{\theta}{T}$	$C_v$	$\frac{T}{U-U_0} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$\frac{T}{F-U_0} = \int_0^T \frac{dT}{T} \int_0^T C dT$	$S = \frac{U-F}{T}$	$C_v$	$\frac{T}{U-U_0} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$\frac{T}{F-U_0} = \int_0^T \frac{dT}{T} \int_0^T C dT$	$S = \frac{U-F}{T}$
		дж/с-ат				кал/с-ат		
0	24,94	24,941	—	—	5,96	5,961	—	—
0,1	24,94	24,012	66,65	90,67	5,96	5,739	15,93	21,67
0,2	24,89	23,121	50,29	73,43	5,95	5,526	12,02	17,55
0,3	24,85	22,246	41,09	63,35	5,94	5,317	9,82	15,14
0,4	24,77	21,401	34,81	56,23	5,92	5,115	8,32	13,44
0,5	24,64	20,573	30,12	50,71	5,89	4,917	7,20	12,12
0,6	24,52	19,774	26,443	46,23	5,86	4,726	6,320	11,05
0,7	24,35	18,995	23,451	42,47	5,82	4,540	5,605	10,15
0,8	24,18	18,251	20,966	39,217	5,78	4,362	5,011	9,373
0,9	24,02	17,531	18,861	36,392	5,74	4,190	4,508	8,698
1,0	23,76	16,824	17,075	33,899	5,68	4,021	4,081	8,102
1,1	23,51	16,142	15,477	31,618	5,62	3,858	3,699	7,557
1,2	23,22	15,477	14,092	29,568	5,55	3,699	3,368	7,067
1,3	22,97	14,849	12,882	27,732	5,49	3,549	3,079	6,628
1,4	22,68	14,234	11,807	26,041	5,42	3,402	2,822	6,224
1,5	22,38	13,648	10,849	24,497	5,35	3,262	2,593	5,855
1,6	22,05	13,079	9,983	23,062	5,27	3,126	2,386	5,512
1,7	21,71	12,531	9,209	21,740	5,19	2,995	2,201	5,196
1,8	21,34	11,996	8,506	20,502	5,10	2,867	2,033	4,900
1,9	20,96	11,472	7,866	19,338	5,01	2,742	1,880	4,622
2,0	20,58	10,987	7,293	18,280	4,92	2,626	1,743	4,369
2,1	20,21	10,527	6,766	17,292	4,83	2,516	1,617	4,133
2,2	19,83	10,079	6,288	16,368	4,74	2,409	1,503	3,912
2,3	19,46	9,652	5,853	15,506	4,65	2,307	1,399	3,706
2,4	19,04	9,234	5,448	14,682	4,55	2,207	1,302	3,509
2,5	18,58	8,828	5,079	13,908	4,44	2,110	1,214	3,324
2,6	18,16	8,447	4,740	13,188	4,34	2,019	1,133	3,152
2,7	17,74	8,079	4,427	12,506	4,24	1,931	1,058	2,989
2,8	17,32	7,724	4,142	11,866	4,14	1,846	0,990	2,836
2,9	16,90	7,389	3,874	11,263	4,04	1,766	0,926	2,692
3,0	16,506	7,067	3,6288	10,694	3,945	1,689	0,8673	2,556
3,1	16,07	6,757	3,4016	10,159	3,84	1,615	0,8130	2,428
3,2	15,65	6,460	3,1911	9,652	3,74	1,544	0,7627	2,307
3,3	15,27	6,180	2,9974	9,176	3,65	1,477	0,7164	2,193
3,4	14,85	5,912	2,8192	8,732	3,55	1,413	0,6738	2,087
3,5	14,43	5,661	2,6485	8,309	3,45	1,353	0,6330	1,986
3,6	14,06	5,418	2,4937	7,912	3,36	1,295	0,5960	1,891
3,7	13,68	5,184	2,3506	7,535	3,27	1,239	0,5618	1,801
3,8	13,30	4,958	2,2146	7,171	3,18	1,185	0,5293	1,714
3,9	12,93	4,740	2,0907	6,832	3,09	1,133	0,4997	1,633
4,0	12,56	4,531	1,9719	6,502	3,00	1,083	0,4713	1,554
4,1	12,18	4,339	1,8631	6,201	2,91	1,037	0,4453	1,482
4,2	11,84	4,159	1,7631	5,920	2,83	0,994	0,4214	1,415
4,3	11,51	3,987	1,6690	5,657	2,75	0,953	0,3989	1,352
4,4	11,17	3,820	1,5807	5,402	2,67	0,913	0,3778	1,291
4,5	10,84	3,657	1,4979	5,155	2,59	0,874	0,3580	1,232
4,6	10,50	3,502	1,4192	4,920	2,51	0,837	0,3392	1,176
4,7	10,17	3,351	1,3452	4,699	2,43	0,801	0,3215	1,123

$\frac{v}{T}$	$c_v$	$\int_0^T c \, dt$	$S = \frac{U - F}{T}$	$c_v$	$\int_0^T c \, dt$	$S = \frac{U - F}{T}$
4,8	9,83	3,205	1,2749	4,481	2,35	0,766
4,9	9,50	3,063	1,2083	4,272	2,27	0,732
5,0	9,20	2,937	1,1437	4,0844	2,20	0,702
5,2	8,62	2,694	1,0368	3,7313	2,06	0,644
5,4	8,12	2,489	0,9426	3,4321	1,94	0,595
5,6	7,61	2,293	0,8573	3,1501	1,82	0,548
5,8	7,11	2,109	0,7791	2,8878	1,70	0,504
6,0	6,61	1,933	0,7067	2,6397	1,58	0,462
6,2	6,19	1,782	0,6439	2,4263	1,48	0,426
6,4	5,77	1,644	0,5895	2,2338	1,38	0,393
6,6	5,44	1,531	0,5435	2,0748	1,30	0,366
6,8	5,10	1,418	0,5008	1,9192	1,22	0,339
7,0	4,761	1,310	0,4594	1,7690	1,138	0,313
7,2	4,468	1,218	0,4247	1,6422	1,068	0,291
7,4	4,188	1,130	0,3924	1,5221	1,001	0,270
7,6	3,925	1,054	0,3636	1,4180	0,938	0,252
7,8	3,682	0,979	0,3368	1,3159	0,880	0,234
8,0	3,477	0,920	0,3146	1,2351	0,831	0,220
8,2	3,310	0,870	0,2971	1,1673	0,791	0,208
8,4	3,142	0,820	0,2803	1,1004	0,751	0,196
8,6	2,983	0,778	0,2636	1,0418	0,713	0,186
8,8	2,824	0,732	0,2473	0,9795	0,675	0,175
9,0	2,665	0,686	0,2322	0,9184	0,637	0,164
9,2	2,506	0,644	0,2171	0,8615	0,599	0,154
9,4	2,347	0,602	0,2021	0,8046	0,561	0,144
9,6	2,192	0,561	0,1879	0,7485	0,524	0,134
9,8	2,038	0,519	0,1745	0,6933	0,487	0,124
10	1,887	0,4812	0,1615	0,6427	0,451	0,1150
11	1,435	0,3628	0,1209	0,4837	0,343	0,0867
12	1,117	0,2812	0,0937	0,3749	0,267	0,0672
13	0,879	0,2205	0,0732	0,2937	0,210	0,0527
14	0,703	0,1757	0,0586	0,2343	0,168	0,0420
15	0,573	0,1435	—	—	0,137	0,0343
16	0,473	—	—	—	0,113	—
17	0,394	—	—	—	0,094	—
18	0,330	—	—	—	0,079	—
19	0,280	—	—	—	0,067	—
20	0,243	—	—	—	0,058	—
21	0,2088	—	—	—	0,0499	—
22	0,1812	—	—	—	0,0433	—
23	0,1590	—	—	—	0,0380	—
24	0,1402	—	—	—	0,0335	—
25	0,1238	—	—	—	0,0296	—
26	0,1096	—	—	—	0,0262	—
27	0,0979	—	—	—	0,0234	—
28	0,0883	—	—	—	0,0211	—
29	0,0791	—	—	—	0,0189	—
30	0,0720	—	—	—	0,0172	—

**20. Давление насыщенного пара воды, льда  
и переохлажденной воды при различной температуре**

<i>t</i> , °C	<i>P</i>		<i>t</i> , °C	<i>P</i>	
	N/m <sup>2</sup>	м.м рт. ст.		N/m <sup>2</sup>	атм
<b>Вода</b>					
0,0	610,48	4,579	100	101,33	1,00
5,0	872,33	6,543	110	143,27	1,41
10,0	1 227,8	9,209	120	198,54	1,96
15,0	1 704,9	12,79	130	270,11	2,67
20,0	2 337,8	17,54	140	361,37	3,57
25,0	3 167,2	23,76	150	476,01	4,70
30,0	4 245,2	31,84	160	618,02	6,10
35,0	5 622,9	42,18	170	791,99	7,82
40,0	7 375,9	55,32	180	1 002,7	9,90
45,0	9 583,2	71,88	190	1 255,3	12,39
50,0	12 334	92,51	200	1 555,0	15,35
55,0	15 737	118,0	220	2 320,2	22,90
60,0	19 916	149,4	240	3 348,0	33,04
65,0	25 003	187,5	260	4 694,4	46,33
70,0	31 157	233,7	280	6 419,4	63,35
75,0	38 544	289,1	300	8 591,6	84,79
80,0	47 343	355,1	320	11 290	111,4
85,0	57 809	433,6	340	14 608	144,2
90,0	70 101	525,8	360	18 674	184,3
95,0	84 513	633,9	370	21 053	207,8
100,0	101 325	760,0	374,2	22 087	218,3

<i>t</i> , °C	<i>P</i>			
	N/m <sup>2</sup>	м.м рт. ст.	N/m <sup>2</sup>	м.м рт. ст.
<b>Лед</b>				
0	610	4,579	610	4,579
-1	562	4,216	568	4,256
-2	517	3,879	527	3,952
-3	475	3,566	489	3,669
-4	436	3,276	454	3,404
-5	401	3,008	421	3,158
-10	259	1,946	286	2,143
-20	103	0,772	—	—
-30	37,3	0,280	—	—
-40	12,3	0,093	—	—
-50	3,9	0,029	—	—
-60	0,93	0,007	—	—
<b>Переохлажденная вода</b>				

**21. Давление пара над кристаллогидратами  
при различной температуре**

Реакция	$t, ^\circ\text{C}$	$P$	
		$\text{kH/m}^2$	м.м рт. см.
$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (г.)	20	0,447	3,35
	25	0,680	5,10
	30	1,007	7,55
	35	1,487	11,15
$\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (г.)	65	0,613	4,6
	70	0,987	7,4
	75	1,373	10,3
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ (г.)	15	0,425	3,19
	20	0,647	4,85
	25	0,980	7,35
	30	1,437	10,78
	35	2,077	15,58
$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ (г.)	25	0,747	5,6
	30	1,093	8,2
	35	1,560	11,7
	40	2,120	15,9
	50	4,053	30,4
	60	7,666	57,5
	70	14,00	105
	80	24,40	183
$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (г.)	100	0,827	6,2
	110	1,507	11,3
	120	2,906	21,8
	130	4,986	37,4
	140	8,079	60,6
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (г.)	15	0,653	4,90
	20	1,003	7,52
	25	1,533	11,50
	30	2,256	16,92
$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$ (г.)	15	1,168	8,76
	20	1,732	12,99
	25	2,478	18,59
	30	3,577	26,83
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$ (г.)	15	1,200	9,00
	20	1,724	12,93
	25	2,560	19,20
	30	3,606	27,05
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (г.)	20	1,296	9,72
	25	1,936	14,52
	30	2,860	21,45

## 22. Температура возгонки или кипения (°С)

№ по пос.	Формула	Название	Р, кн/м <sup>2</sup> (или			
			0,133 (1)	0,667 (5)	1,333 (10)	2,666 (20)
<b>Неорганические</b>						
1	Br <sub>2</sub>	Бром . . . . .	—48,7 (кр.)	—32,8 (кр.)	—25,0 (кр.)	—16,8 (кр.)
2	Cl <sub>2</sub>	Хлор . . . . .	—118,0 (кр.)	—106,7 (кр.)	—101,6 (кр.)	—93,3
3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Серная кислота . . . . .	145,8	178,0	194,2	211,5
4	J <sub>2</sub>	Иод . . . . .	38,7 (кр.)	62,2 (кр.)	73,2 (кр.)	84,7 (кр.)
5	Na	Натрий . . . . .	439	511	549	589
6	NH <sub>3</sub>	Аммиак . . . . .	—109,1 (кр.)	—97,5 (кр.)	—91,9 (кр.)	—85,8 (кр.)
7	PCl <sub>3</sub>	Треххлористый фосфор . . . . .	—51,6	—31,5	—21,3	—10,2
8	PCl <sub>5</sub>	Пятихлористый фосфор . . . . .	55,5 (кр.)	74,0 (кр.)	83,2 (кр.)	92,5 (кр.)
9	S	Сера . . . . .	183,8	223,0	243,8	264,7
10	SO <sub>2</sub>	Двукись серы . . . . .	—95,5 (кр.)	—83,0 (кр.)	—76,8 (кр.)	—69,7
11	SO <sub>3</sub>	Трехкись серы, γ-форма . . . . .	—15,3 (кр.)	—2,0 (кр.)	+4,3 (кр.)	11,1 (кр.)
12	TiCl <sub>4</sub>	Четыреххлористый титан . . . . .	—13,9	+9,4	21,3	34,2
13	UF <sub>6</sub>	Шестифтористый уран . . . . .	—38,8 (кр.)	—22,0 (кр.)	—13,8 (кр.)	—5,2 (кр.)
<b>Органические</b>						
1	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	Дихлордифторметан . . . . .	—118,5	—104,6	—97,8	—90,1
2	CCl <sub>2</sub> O	Фосген . . . . .	—92,9	—77,0	—69,3	—60,3
3	CCl <sub>3</sub> F	Трихлордифторметан . . . . .	—84,3	—67,6	—59,0	—49,7
4	CCl <sub>4</sub>	Четыреххлористый углерод . . . . .	—50,0 (кр.)	—30,0 (кр.)	—19,6	—8,2
5	CHCl <sub>3</sub>	Хлороформ . . . . .	—58,0	—39,1	—29,7	—19,0
6	CHN	Цианистый водород . . . . .	—70,8 (кр.)	—55,6 (кр.)	—48,2 (кр.)	—40,3 (кр.)
7	CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Муравьиная кислота . . . . .	—20,0 (кр.)	—5,0 (кр.)	+2,1 (кр.)	10,3
8	CH <sub>4</sub> O	Метиловый спирт . . . . .	—44,0	—25,3	—16,2	—6,0
9	CO <sub>2</sub>	Двукись углерода . . . . .	—134,3 (кр.)	—124,4 (кр.)	—119,5 (кр.)	—114,4 (кр.)
10	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	Трихлорукусная кислота . . . . .	51,0 (кр.)	76,0	88,2	101,8
11	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> ClO <sub>2</sub>	Хлорукусная кислота . . . . .	43,0 (кр.)	68,3	81,0	94,2
12	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	Уксусная кислота . . . . .	—17,2 (кр.)	+6,3 (кр.)	17,5	29,9
13	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	Этиловый спирт . . . . .	—31,3	—12,0	—2,3	+8,0
14	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	Гликоль . . . . .	53,0	79,7	92,1	105,8
15	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	Ацетон . . . . .	—59,4	—40,5	—31,1	—20,8
16	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	1, 4-Диоксан . . . . .	—35,8 (кр.)	—12,8 (кр.)	—1,2 (кр.)	+12,0
17	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	Этилацетат . . . . .	—43,4	—23,5	—13,5	—3,0
18	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	Диэтиловый эфир . . . . .	—74,3	—56,9	—48,1	—38,5
19	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Br	Бромбензол . . . . .	2,9	27,8	40,0	53,8
20	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	Хлорбензол . . . . .	—13,0	+10,6	22,2	35,3
21	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	Нитробензол . . . . .	44,4	71,6	84,9	99,3
22	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Бензол . . . . .	—36,7 (кр.)	—19,6 (кр.)	—11,5 (кр.)	—2,6 (кр.)
23	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	Фенол . . . . .	40,1 (кр.)	62,5	73,8	86,0
24	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	Анилин . . . . .	34,8	57,9	69,4	82,0
25	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	Толуол . . . . .	—26,7	—4,4	+6,4	18,4
26	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	Нафталин . . . . .	52,6 (кр.)	74,2 (кр.)	85,8	101,7
27	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	d-Камфора . . . . .	41,5 (кр.)	68,6 (кр.)	82,3 (кр.)	97,5 (кр.)
28	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	Дифенил . . . . .	70,6	101,8	117,0	134,2
29	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	Антрацен . . . . .	145,0 (кр.)	173,5 (кр.)	187,2 (кр.)	201,9 (кр.)

# Индивидуальных веществ при различном давлении

мм рт. ст.)						T. плавл., °C	N по пор.
5,333 (40)	7,999 (60)	13,33 (100)	26,66 (200)	53,33 (400)	101,33 (760)		
<b>вещества</b>							
—8,0 (кр.)	—0,6	+9,3	24,3	41,0	58,2	—7,3	1
—84,5	—79,0	—71,7	—60,2	—47,3	—33,8	—100,7	2
229,7	241,5	257,0	279,8	305,0	330,0 (разл.)	—10,5	3
97,5 (кр.)	105,4 (кр.)	116,5	137,3	159,8	183,0	112,9	4
633	662	701	758	823	892	97,5	5
—79,2 (кр.)	—74,3	—68,4	—57,0	—45,4	—33,6	—77,7	6
+2,3	10,2	21,0	37,6	56,9	74,2	—111,8	7
102,5 (кр.)	108,3 (кр.)	117,0 (кр.)	131,3 (кр.)	147,2 (кр.)	162,0 (кр.)	—	8
288,3	305,5	327,2	359,7	399,6	444,6	112,8	9
—60,5	—54,6	—46,9	—35,4	—23,0	—10,0	—73,2	10
17,9 (кр.)	21,4 (кр.)	28,0 (кр.)	35,8 (кр.)	44,0 (кр.)	51,6 (кр.)	62,1	11
48,4	58,0	71,0	90,5	112,7	136,0	—30	12
+4,4 (кр.)	10,5 (кр.)	18,2 (кр.)	30,0 (кр.)	42,5 (кр.)	55,7 (кр.)	—	13
<b>вещества</b>							
—81,6	—76,1	—68,6	—57,0	—43,9	—29,8	—	
—50,3	—44,0	—35,6	—22,3	—7,6	+8,3	—104	1
—39,0	—32,3	—23,0	—9,1	+6,8	23,7	—	2
+4,3	12,3	23,0	38,3	57,8	76,7	—22,6	4
—7,1	+0,5	10,4	25,9	42,7	61,3	—63,5	5
—31,3 (кр.)	—25,8 (кр.)	—18,8 (кр.)	—5,9	+9,8	25,8	—14	6
24,0	32,4	43,8	61,4	80,3	100,6	8,2	7
+5,0	12,1	21,2	34,8	49,9	64,7	—97,8	8
—108,6 (кр.)	—104,8 (кр.)	—100,2 (кр.)	—93,0 (кр.)	—85,7 (кр.)	—78,2 (кр.)	—57,5	9
116,3	125,9	137,8	155,4	175,2	195,6	57	10
109,2	118,3	130,7	149,0	169,0	189,5	61,2	11
43,0	51,7	63,0	80,0	99,0	118,1	16,7	12
19,0	26,0	34,9	48,4	63,5	78,4	—112	13
120,0	129,5	141,8	158,5	178,5	197,3	—15,6	14
—9,4	—2,0	+7,7	22,7	39,5	56,5	—94,6	15
25,2	33,8	45,1	62,3	81,8	101,1	10	16
+9,1	16,6	27,0	42,0	59,3	77,1	—82,4	17
—27,7	—21,8	—11,5	+2,2	17,9	34,6	—116,3	18
68,6	78,1	90,8	110,1	132,3	156,2	—30,7	19
49,7	58,3	70,7	89,4	110,0	132,2	—45,2	20
115,4	125,8	139,9	161,2	185,8	210,6	5,7	21
+7,6	15,4	26,1	42,2	60,6	80,1	5,5	22
100,1	108,4	121,4	139,0	160,0	181,9	40,6	23
96,7	106,0	119,9	140,1	161,9	184,4	—6,2	24
31,8	40,3	51,9	69,5	89,5	110,6	—95,0	25
119,3	130,2	145,5	167,7	193,2	217,9	80,2	26
114,0 (кр.)	124,0 (кр.)	138,0 (кр.)	157,9 (кр.)	182,0	209,2	178,5	27
152,5	165,2	180,7	204,2	229,4	254,9	69,5	28
217,5 (кр.)	231,8	250,0	279,0	310,2	342,0	217,5	29

### 23. Температура диссоциации ( $^{\circ}\text{C}$ ) твердых веществ при различном давлении

Реакция	$P, \text{кн}/\text{м}^2$ (или $\text{м.м. рт. см.}$ )						106,66 (800)
	13,33 (100)	26,66 (200)	40,0 (300)	53,33 (400)	66,7 (500)	80,0 (600)	
$\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{HCl}$ . . . . .	260	292	306	317	324	332	337
$\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$ . . . . .	762	808	837	854	870	884	894
$\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	450	479	499	513	524	534	543
$\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	76	95	111	127	140	153	—
$2\text{BaO}_2 \rightleftharpoons 2\text{BaO} + \text{O}_2$ . . . . .	680	717	743	760	773	783	792
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3$ . . . . .	628	666	681	690	697	702	706

### 24. Термодинамические константы равновесия важнейших газовых реакций в зависимости от температуры

Константы равновесия выражают в парциальных давлениях  $K_p$  в концентрациях  $K_c$  в лягучих или фугитивностях  $K_f$ , в активностях  $K_a$ , в мольных долях  $K_N$  или  $K_x$  и в числах молей  $K_n$  реагентов. Термодинамическая константа равновесия безразмерна. Константа равновесия, записанная по закону действующих масс, — развернутая величина; в частности, в этом случае  $K_p$  или  $K_c$  имеют развернутость давления или концентрации в степени  $\Delta n$  (изменение числа молей при реакции).

Константа равновесия по закону действующих масс численно равна термодинамической константе равновесия, если все парциальные давления или концентрации отнесены к соответствующим стандартным значениям ( $a = \frac{f}{f^{\circ}}$ ; для газов принят  $f^{\circ} = 1 \text{ атм}$  или  $101,325 \text{ н./м}^2$  и  $a = f$ ,  $K_a = K_f$ ).

Реакция	Выражение константы $K_f$	$\lg K_a = \Phi(T)$
$2\text{H}=\text{H}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2}}{f_{\text{H}}^2}$	$\lg K_a = \frac{22547}{T} - 1,722 \lg T + 0,085 \cdot 10^{-3} T - 0,18$
$2\text{Cl}=\text{Cl}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{Cl}_2}}{f_{\text{Cl}}^2}$	$\lg K_a = \frac{12545}{T} - 1,153 \lg T + 0,062 \cdot 10^{-3} T - 2,32$
$2\text{Br}(\text{r})=\text{Br}_2(\text{r})$	$K_f = \frac{f_{\text{Br}_2}}{f_{\text{Br}}^2}$	$\lg K_a = \frac{10024}{T} - 0,528 \lg T + 0,018 \cdot 10^{-3} T - 3,964$
$2\text{J}(\text{r})=\text{J}_2(\text{r})$	$K_f = \frac{f_{\text{J}_2}}{f_{\text{J}}^2}$	$\lg K_a = \frac{7870,4}{T} - 0,333 \lg T - 0,02 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,043 \cdot 10^6}{T^2} - 4,34$
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$	$K_f = \frac{f_{\text{HCl}}^2}{f_{\text{H}_2} f_{\text{Cl}_2}}$	$\lg K_a = \frac{9411,7}{T} - 1,312 \lg T + 0,128 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,11 \cdot 10^6}{T^2} + 4,9$
$\text{H}_2 + \text{Br}_2(\text{r}) = 2\text{HBr}$	$K_f = \frac{f_{\text{HBr}}^2}{f_{\text{H}_2} f_{\text{Br}_2}}$	$\lg K_a = \frac{5153}{T} - 1,465 \lg T + 0,203 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,075 \cdot 10^5}{T^2} + 5,31$
$\text{H}_2 + \text{J}_2(\text{r}) = 2\text{HJ}$	$K_f = \frac{f_{\text{HJ}}^2}{f_{\text{H}_2} f_{\text{J}_2}}$	$\lg K_a = \frac{337,5}{T} - 1,45 \lg T + 0,21 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,053 \cdot 10^5}{T^2} + 5,267$
$2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{r}) = 4\text{HCl} + \text{O}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{HCl}}^4 f_{\text{O}_2}}{f_{\text{Cl}_2}^2 f_{\text{H}_2\text{O}}^2}$	$\lg K_a = -\frac{6007}{T} + 0,505 \lg T - 0,045 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,13 \cdot 10^5}{T^2} + 5,407$
$\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2(\text{r})$	$K_f = \frac{f_{\text{COCl}_2}}{f_{\text{CO}} f_{\text{Cl}_2}}$	$\lg K_a = \frac{6031}{T} + 0,247 \lg T + 0,18 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,158 \cdot 10^5}{T^2} - 7,86$

Реакция	Выражение константы $K_f$	$\lg K_a = \Phi(T)$
$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г.})$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2\text{O}}^2}{f_{\text{H}_2}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = \frac{24830}{T} - 3,13 \lg T + 0,3 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,09}{T^2} \cdot 10^5 + 4,39$
$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{CO}_2}^2}{f_{\text{CO}}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = \frac{29800}{T} + 0,17 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,323 \cdot 10^5}{T^2} - 9,477$
$\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{г.}) = \text{H}_2 + \text{CO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2} f_{\text{CO}_2}}{f_{\text{CO}} f_{\text{H}_2\text{O}}}$	$\lg K_a = \frac{2486}{T} + 1,565 \lg T - 0,066 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,21 \cdot 10^6}{T^2} - 6,93$
$2\text{H}_2 + \text{S}_2(\text{г.}) = 2\text{H}_2\text{S}(\text{г.})$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2\text{S}}^2}{f_{\text{H}_2}^2 f_{\text{S}_2}}$	$\lg K_a = \frac{8364}{T} - 3,84 \lg T + 0,605 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,066}{T^2} \cdot 10^5 + 6,825$
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$	$K_f = \frac{f_{\text{SO}_3}^2}{f_{\text{SO}_2}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = \frac{10493}{T} - 0,23 \lg T + 0,659 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,288 \cdot 10^5}{T^2} - 9,91$
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$	$K_f = \frac{f_{\text{NH}_3}^2}{f_{\text{N}_2}^2 f_{\text{H}_2}^3}$	$\lg K_a = \frac{4216}{T} - 6,029 \lg T + 0,964 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,126}{T^2} \cdot 10^5 + 6,46$
$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{NO}_2}^2}{f_{\text{NO}}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = \frac{5995}{T} - 0,574 \lg T + 0,158 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,223}{T^2} \cdot 10^5 - 6,28$
$\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$	$K_f = \frac{f_{\text{NO}}^2}{f_{\text{N}_2} f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = - \frac{9490,7}{T} - 0,02 \lg T + \frac{0,068 \cdot 10^6}{T^2} + 1,43$
$2\text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$	$K_f = \frac{f_{\text{N}_2\text{O}_4}}{f_{\text{NO}_2}^2}$	$\lg K_a = \frac{3094}{T} - 0,237 \lg T + 0,592 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,037}{T^2} \cdot 10^5 - 8,927$

**25. Степень диссоциации газов при различных температурах и давлениях**

Вещество	Давление		Температура, °К				
	$K_H / M^2$	$a_{M, K}$	500	1000	1500	2000	2500
H <sub>2</sub> . . . . .	101,3	1	—	1,12 · 10 <sup>-9</sup>	8,79 · 10 <sup>-6</sup>	8,11 · 10 <sup>-4</sup>	1,26 · 10 <sup>-2</sup>
Cl <sub>2</sub> . . . . .	101,3	1	—	1,91 · 10 <sup>-4</sup>	2,9 · 10 <sup>-2</sup>	0,344	0,860
Br <sub>2</sub> . . . . .	101,3	1	—	2,86 · 10 <sup>-3</sup>	0,144	0,728	—
J <sub>2</sub> . . . . .	101,3	1	—	2,8 · 10 <sup>-2</sup>	0,524	0,946	—
HCl . . . . .			1,42 · 10 <sup>-10</sup>	1,1 · 10 <sup>-6</sup>	5,0 · 10 <sup>-4</sup>	3,4 · 10 <sup>-3</sup>	1,08 · 10 <sup>-2</sup>
HBr . . . . .			2,54 · 10 <sup>-6</sup>	1,45 · 10 <sup>-3</sup>	1,25 · 10 <sup>-2</sup>	3,6 · 10 <sup>-2</sup>	—
HJ . . . . .			0,142	0,27	0,33	0,37	—
H <sub>2</sub> O . . . . .	1013	10	—	1,13 · 10 <sup>-7</sup>	8,88 · 10 <sup>-5</sup>	2,56 · 10 <sup>-3</sup>	1,90 · 10 <sup>-2</sup>
H <sub>2</sub> O . . . . .	101,3	1	—	2,44 · 10 <sup>-7</sup>	1,90 · 10 <sup>-4</sup>	5,5 · 10 <sup>-3</sup>	4,1 · 10 <sup>-2</sup>
H <sub>2</sub> O . . . . .	10,13	0,1	—	5,25 · 10 <sup>-7</sup>	4,12 · 10 <sup>-4</sup>	1,18 · 10 <sup>-2</sup>	8,6 · 10 <sup>-2</sup>
H <sub>2</sub> O . . . . .	1,013	0,01	—	1,13 · 10 <sup>-6</sup>	8,88 · 10 <sup>-4</sup>	2,53 · 10 <sup>-2</sup>	0,175
CO <sub>2</sub> . . . . .	1013	10	—	8,85 · 10 <sup>-8</sup>	1,67 · 10 <sup>-4</sup>	7,0 · 10 <sup>-3</sup>	6,2 · 10 <sup>-2</sup>
CO <sub>2</sub> . . . . .	101,3	1	—	1,90 · 10 <sup>-7</sup>	3,60 · 10 <sup>-4</sup>	1,50 · 10 <sup>-2</sup>	0,13
CO <sub>2</sub> . . . . .	10,13	0,1	—	4,14 · 10 <sup>-7</sup>	7,82 · 10 <sup>-4</sup>	3,22 · 10 <sup>-2</sup>	0,256
CO <sub>2</sub> . . . . .	1,013	0,01	—	8,85 · 10 <sup>-7</sup>	1,68 · 10 <sup>-3</sup>	6,8 · 10 <sup>-2</sup>	0,46
COCl <sub>2</sub> . . . . .	101,3	1	3,63 · 10 <sup>-8</sup>	0,944	—	—	—

**26. Величина  $M_n$  для вычисления термодинамических функций по методу Темкина и Шварцмана**

$$\Delta G_T^{\circ} = \Delta H_{298}^{\circ} - T \Delta S_{298}^{\circ} - T (\Delta a M_0 + \Delta b M_1 + \Delta c M_2 + \Delta d M_3 + \Delta c' M_{-2})$$

$\Delta H_{298}^{\circ}$  — стандартный тепловой эффект

$$\Delta S_{298}^{\circ} = \Sigma (n_i S_{298}^{\circ})_{\text{прод}} - \Sigma (n_i S_{298}^{\circ})_{\text{исх}}$$

$$\Delta a \text{ (соответственно } \Delta b, \Delta c, \Delta d, \Delta c') = \Sigma (n_i a)_{\text{прод}} - \Sigma (n_i a)_{\text{исх}}$$

$$M_0 = \ln \frac{T}{298,15} + \frac{298,15}{T} - 1$$

$$M_n = \frac{T^n}{n(n+1)} + \frac{298,15^{n+1}}{(n+1)T} - \frac{298,15^n}{n} \text{ (при } n \neq 0)$$

$T$	$M_0$	$M_1 \cdot 10^{-3}$	$M_2 \cdot 10^{-6}$	$M_{-2} \cdot 10^5$	$M_3 \cdot 10^{-9}$
300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000
400	0,0392	0,0130	0,0043	0,0364	0,00144
500	0,1133	0,0407	0,1490	0,0916	0,00553
600	0,1962	0,0759	0,0303	0,1423	0,01246
700	0,2794	0,1153	0,0498	0,1853	0,02257
800	0,3597	0,1574	0,0733	0,2213	0,03630
900	0,4361	0,2012	0,1004	0,2521	0,05411
1000	0,5088	0,2463	0,1134	0,2783	0,07647
1100	0,5765	0,2922	0,1652	0,2988	0,10388
1200	0,6410	0,3389	0,2029	0,3176	0,13681
1300	0,7019	0,3860	0,2440	0,3340	0,17577
1400	0,7595	0,4336	0,2886	0,34835	0,22124
1500	0,8141	0,4814	0,3362	0,3610	0,27373
1600	0,8665	0,5296	0,3877	0,3723	0,33373
1700	0,9162	0,5780	0,4424	0,3824	0,40174
1800	0,9635	0,6265	0,5005	0,3915	0,47830
1900	1,009	0,6752	0,5619	0,3998	0,56379
2000	1,0525	0,7240	0,6265	0,4072	0,65882
2100	1,094	0,7730	0,6948	0,4140	0,76386
2200	1,134	0,8220	0,7662	0,4203	0,87940
2300	1,173	0,8711	0,8411	0,4260	1,00594
2400	1,210	0,9203	0,9192	0,4314	1,14399
2500	1,246	0,9696	1,0008	0,4363	1,29404
2600	1,280	1,0189	1,0856	0,4408	1,45660
2700	1,314	1,0683	1,1738	0,44505	1,63440
2800	1,346	1,1177	1,2654	0,4490	1,82120
2900	1,3775	1,1672	1,3603	0,4527	2,02343
3000	1,408	1,2166	1,4585	0,4562	2,24182

**27. Химические постоянные  $j$  газов**

Вещество	$j$	Вещество	$j$	Вещество	$j$
$\text{Br}_2$	+2,57	$\text{HBr}$	+0,24	$\text{J}_2$	+3,08
$\text{Cl}_2$	+1,65	$\text{HCl}$	-0,40	$\text{NH}_3$	-1,50
$\text{CH}_4$	-1,94	$\text{Hg}$	+1,83	$\text{N}_2$	-0,153
$\text{CO}$	-0,075	$\text{H}_2$	-3,68	$\text{N}_2\text{O}$	+0,86
$\text{CO}_2$	+0,85	$\text{HJ}$	+0,65	$\text{NO}$	+0,55
		$\text{H}_2\text{O}$	-1,86	$\text{O}_2$	+0,547

28. Значения коэффициентов активности (легучести) γ реальных газов

		$\gamma = \frac{P}{P_{\text{крит}}} \cdot \frac{T}{T_{\text{крит}}}$														
		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0	3,5
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1	0,612	0,735	0,814	0,870	0,906	0,926	0,948	0,956	0,964	0,976	0,990	1,000	1,006	1,010	1,014	1,018
2	0,385	0,560	0,668	0,760	0,824	0,822	0,898	0,914	0,930	0,956	0,980	1,000	1,012	1,020	1,028	1,032
3	0,288	0,435	0,560	0,668	0,668	0,748	0,806	0,854	0,880	0,902	0,940	0,974	1,000	1,020	1,046	1,062
4	0,248	0,370	0,494	0,602	0,690	0,764	0,824	0,858	0,882	0,930	0,972	1,000	1,030	1,048	1,062	1,080
5	0,226	0,338	0,464	0,566	0,654	0,736	0,802	0,842	0,866	0,922	0,972	1,008	1,042	1,062	1,080	1,098
6	0,210	0,318	0,442	0,544	0,634	0,720	0,788	0,834	0,860	0,920	0,978	1,014	1,052	1,074	1,098	1,112
7	0,202	0,310	0,430	0,532	0,626	0,710	0,780	0,832	0,860	0,926	0,988	1,026	1,068	1,092	1,112	1,136
8	0,200	0,308	0,428	0,528	0,624	0,712	0,784	0,834	0,868	0,934	1,000	1,040	1,086	1,110	1,130	1,158
9	0,200	0,310	0,430	0,532	0,630	0,720	0,792	0,840	0,878	0,948	1,014	1,058	1,106	1,130	1,153	1,180
10	0,202	0,312	0,434	0,542	0,640	0,730	0,806	0,852	0,890	0,964	1,034	1,076	1,128	1,153	1,180	22
11	0,460	0,552	0,654	0,746	0,810	0,866	0,908	0,982	1,054	1,100	1,152	1,174	1,204	1,226	1,250	1,280
12	0,474	0,566	0,668	0,760	0,834	0,884	0,928	1,008	1,078	1,126	1,174	1,198	1,222	1,250	1,280	1,310
13	0,490	0,582	0,686	0,778	0,852	0,906	0,952	1,014	1,106	1,152	1,202	1,248	1,280	1,310	1,340	1,368
14	0,510	0,598	0,706	0,798	0,874	0,930	0,978	1,066	1,134	1,180	1,228	1,274	1,322	1,342	1,374	1,402
15	0,532	0,620	0,728	0,826	0,902	0,958	1,006	1,100	1,166	1,214	1,256	1,280	1,310	1,340	1,374	1,402
16	0,545	0,646	0,758	0,854	0,934	0,996	1,036	1,114	1,198	1,240	1,290	1,310	1,342	1,374	1,402	1,434
17	0,565	0,672	0,786	0,890	0,970	1,026	1,072	1,172	1,230	1,274	1,322	1,374	1,402	1,434	1,468	1,504
18	0,578	0,706	0,824	0,930	1,006	1,066	1,110	1,208	1,270	1,310	1,354	1,392	1,434	1,472	1,522	1,554
19	0,604	0,738	0,860	0,970	1,050	1,106	1,150	1,248	1,308	1,348	1,386	1,432	1,472	1,514	1,554	1,594
20	0,628	0,768	0,894	1,006	1,088	1,142	1,180	1,288	1,340	1,388	1,432	1,472	1,514	1,554	1,594	1,634

$\pi = \frac{P}{P_{\text{крит}}}$	$\tau = \frac{T}{T_{\text{крит}}}$										5	6	7	8	9
	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5	1,076	1,071	1,063	1,056	1,057	1,048	1,043	1,038	1,036	1,030	1,028	1,024	1,019	1,015	1,012
10	1,167	1,152	1,135	1,120	1,117	1,102	1,088	1,072	1,070	1,061	1,052	1,048	1,039	1,031	1,028
15	1,274	1,244	1,214	1,194	1,181	1,160	1,136	1,110	1,108	1,087	1,080	1,072	1,058	1,045	1,042
20	1,402	1,346	1,302	1,274	1,248	1,210	1,182	1,152	1,148	1,127	1,110	1,100	1,082	1,060	1,054
25	1,540	1,450	1,398	1,356	1,318	1,284	1,234	1,192	1,188	1,158	1,142	1,128	1,106	1,084	1,070
30	1,686	1,570	1,502	1,444	1,392	1,352	1,292	1,234	1,228	1,192	1,176	1,156	1,130	1,106	1,086
35	1,868	1,708	1,612	1,534	1,470	1,424	1,350	1,284	1,270	1,228	1,208	1,184	1,160	1,126	1,104
40	2,028	1,854	1,728	1,630	1,554	1,492	1,410	1,328	1,312	1,266	1,240	1,212	1,178	1,146	1,118
45	2,228	2,018	1,850	1,736	1,644	1,570	1,470	1,380	1,354	1,306	1,274	1,242	1,202	1,168	1,134
50	2,450	2,190	1,986	1,850	1,744	1,654	1,534	1,432	1,400	1,346	1,308	1,272	1,228	1,188	1,152
55	2,694	2,372	2,126	1,968	1,844	1,740	1,598	1,486	1,448	1,388	1,342	1,302	1,252	1,208	1,168
60	2,966	2,570	2,274	2,098	1,952	1,828	1,664	1,546	1,500	1,432	1,380	1,334	1,278	1,230	1,182
65															
70															
75															
80															
85															
90															
95															
100															

## 29. Энергия связи

Средняя энергия связи  $E_0$  (термодинамическая энергия связи) — величина, приписываемая каждой связи, так что сумма энергий всех связей равна теплоте атомизации газообразной молекулы при 0°К в основном состоянии. Длина связи  $r_0$  — среднее межъядерное расстояние при 0°К в основном состоянии. В термодинамических расчетах можно положить  $E_0 \approx E_{\text{H}_2}$ . Энергию связи следующих молекул:  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{J}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{Br}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{P}_2$ ,  $\text{S}_2$  — см. табл. 68.

Связь	Соединение или группы	$r_0 \cdot 10^{10}$ , м или $r_0$ , Å	$E_{298}$ (по Планку — Сыркину)		$E_0$ (по Котреллу)		(по Мельникьюзу) кДж/моль	кДж/моль
			кДж/моль	ккал/моль	кДж/моль	ккал/моль		
<b>Многоатомные молекулы</b>								
$\text{C}-\text{C}$	Парафины (алканы)	1,54	262,30	62,77	277,0	66,2	331,8	79,3
$\text{C}=\text{C}$	Олефины (алкены)	1,34	423,25	101,16	472,4	112,9	587,8	140,5
$\text{C}\equiv\text{C}$	Ацетиленовые (алкины)	1,20	759,40	128,15	628,8	150,3	823,1	196,7
$\text{C}\cdots\text{C}$	Бензольное кольцо	1,397	—	—	—	—	487,1	116,4
$\text{C}-\text{H}$	Альдегиды и кетоны	1,516	—	—	—	—	350,5	83,8
$\text{C}-\text{H}$	Парафины	1,095	—	—	—	—	413,0	98,7
$\text{C}-\text{H}$	Олефины	1,07	—	—	—	—	415,9	99,4
$\text{C}-\text{H}$	Ацетиленовые	1,064	357,98	85,56	378,6	90,5	402,9	96,3
$\text{C}-\text{H}$	Бензольное кольцо	1,084	—	—	—	—	421,2	100,7
$\text{C}-\text{Br}$	Галогеналкины или галогенакрилы	1,94	238	57	—	—	264,9	63,3
$\text{C}-\text{Cl}$	То же	1,767	293	70	—	—	318,0	76,0
$\text{C}-\text{F}$	»	1,381	~435	~104	—	—	486,6	116,3
$\text{C}-\text{J}$	»	2,14	180	43	—	—	197,4	47,2
$\text{C}-\text{N}$	Амины, нитропарафины	1,472	223,8	53,5	232,2	55,5	275,7	65,9
$\text{C}=\text{O}$	$\text{CO}_2$	1,160	711—753	170—180	732	175	799,1	191,0
$\text{C}-\text{O}$	Спирты, простые эфиры	1,43	314	75	322,6	77,1	333,1	79,6
$\text{C}=\text{O}$	Кетоны	1,23	653	156	678	162	705,8	168,7
$\text{C}=\text{O}$	Альдегиды	1,23	628	150	665	159	—	—
$\text{C}=\text{O}$	Кислоты, сложные эфиры	—	1340—1505	320—360	—	—	—	—
$\text{C}-\text{S}$	$\text{C}-\text{S}-$	—	226	54	247	59	—	—
$\text{C}=\text{S}$	$\text{CS}_2$	1,554	492,9	117,8	506	121	573	137

*Продолжение*

Связь	Соединения или группы	$r_0 \cdot 10^{10}$ , Å или $r_0$ , Å	$E_{298}$ (по Полингу — Сыркну)		(по Коттреллу)		(по Мельин-Хьюзу)	
			кДж/моль	ккал/ж.об.	кДж/ж.об.	ккал/ж.об.	кДж/ж.об.	ккал/ж.об.
As—H	AsH <sub>3</sub>	1,523	460,2	—	245,2	58,6	198,7	47,5
H—O	H <sub>2</sub> O	0,958	—	110	462,7	110,6	458,7	109,4
H—O	Спирты	0,96	—	—	—	—	438,0	104,7
H—P	PH <sub>3</sub>	1,42	264	63	322,2	77	—	—
H—S	H <sub>2</sub> S	1,334	343	82	364	87	363,2	86,8
H—C	HCN	1,066	—	—	403,3	96,4	—	—
N—N	$\begin{array}{c} > N - N \\ \backslash \end{array}$	1,47	113	27	88	21	—	—
N—H	NH <sub>3</sub> , амины	1,008	348,5	83,3	352,7	84,3	385,0	92,0
N=O	NO <sub>2</sub>	~ 1,4	—	—	452	108	464,8	111,1
N=O	Нитропарафины	1,22	452	108	527	126	434,6	103,9
O—O	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,48	146	35	146	35	139,3	33,3
O—O	Перекиси	—	—	—	—	—	—	—
O—Cl	Cl <sub>2</sub> O	1,70	206	49,3	188	45	—	—
O—F	F <sub>2</sub> O	1,42	—	—	205	49	204,6	48,9
S=O	SO <sub>2</sub>	1,432	—	—	189,5	45,3	188	45
S=O	SO <sub>3</sub>	1,43	385,8	92,2	535	128	526,8	125,9
Si—Cl	SiCl <sub>4</sub>	—	2,02	—	473	113	472,9	113
Si—H	SiH <sub>4</sub>	—	1,456	—	364	87	—	—
Si=O	SiO <sub>2</sub>	~ 1,5	—	—	318	76	—	—
Теплота возгонки углерода		—	—	—	489	117	435	104
		—	—	—	577	138	669	170
Двухатомные молекулы								
C=O	CO	884,9	—	211,5	937	—	224	256
K—Br	KBr	2,94	—	—	379,0	90,6	—	—
K—Cl	KCl	2,79	—	—	423,4	101,2	—	—
Na—Br	NaBr	2,64	366,9	87,7	366,1	87,5	—	—
Na—Cl	NaCl	2,51	407,9	97,5	410,3	98,0	—	—

## 30. Эмпирические данные и зависимости для вычисления термодинамических величин

### I. Теплоемкость

*Твердые и жидкые вещества:*

$$C_p = \sum C_i n_i \text{ дж/моль·град или кал/моль·град}$$

где  $n_i$  — число атомов в молекуле;

$C_i$  — атомная теплоемкость.

Теплоемкость	Элементы									
	C	H	N	B	Be	O	Si	F	S	P
$C_i$ для твердых веществ										
дж . . . . .	7,53	9,62	11,30	11,72	15,90	16,74	20,08	20,92	22,59	23,01
кал . . . . .	1,8	2,3	2,7	2,8	3,8	4,0	4,8	5,0	5,4	5,5
$C_i$ для жидких веществ										
дж . . . . .	11,72	17,99	—	19,66	—	25,10	24,27	29,29	30,96	29,29
кал . . . . .	2,8	4,3	—	4,7	—	6,0	5,8	7,0	7,4	7,0

*Сплавы, шлаки, стекла, растворы:*

$$c = \frac{g_1 c_1 + g_2 c_2 + \dots}{100} \text{ дж/г·град или кал/г·град}$$

где  $g_1, g_2$  — составные части, вес. %;

$c_1, c_2$  — их удельная теплоемкость.

*Примечание.* При значительной теплоте смешения (растворения) получаются повышенные результаты.

### II. Терпогорячие органических соединений в газообразном состоянии

$$\Delta H_{\text{сгор}} = -(204,2n + 44,4m + \Sigma x) \text{ кддж/моль}$$

или

$$\Delta H_{\text{сгор}} = -(48,8n + 10,6m + \Sigma x) \text{ ккал/моль}$$

где  $n$  — число атомов кислорода, необходимое для полного сгорания вещества;

$m$  — число молей образующейся воды;

$x$  — поправка (термическая характеристика), постоянная в пределах гомологического ряда.

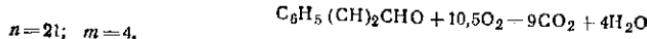
*Пример.* Вычисление теплоты сгорания газообразного коричного альдегида  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCHO}$ .

Термическая характеристика коричного альдегида складывается из следующих значений:

Фенильная группа . . . . .	24
Двойная связь . . . . .	21
Альдегидная группа . . . . .	18

$$x = 63 \text{ ккал/моль}$$

Реакция горения:



$$\Delta H_{\text{гор}} = -(48,8 \cdot 21 + 10,6 \cdot 4 + 63) = -1130,2 \text{ ккал/моль}$$

По литературным данным,  $\Delta H_{\text{гор}} = -1130,0 \text{ ккал/моль}.$

Численные значения термической характеристики

Группы атомов или типы связей	Термическая характеристика $x$		
	кДж/моль	ккал/моль	
Ординарная связь	C—C	0	0
Двойная связь	C=C	87,9	21
Тройная связь	C≡C	213,4	51
Фенильная группа	R—C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	100,4	24
Спиртовая группа	R—CH <sub>2</sub> OH	50,2	12
Простые эфиры	R—O—R	87,9	21
Альдегидная группа	R—CHO	75,3	18
Кетогруппа	R—CO—R	50,2	12
Кислотная группа в одноосновной кислоте	R—COOH	0	0
Кислотные группы в двухосновной кислоте	HOOC—R—COOH	12,6	3
Алкилциклогексаны	R—HC <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	0	0
Алкилцикlopентаны	R—HC <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	25,1	6

III. Теплота испарения неполярных жидкостей при нормальной температуре кипения

$$\frac{\lambda_{\text{исп}}}{T_{\text{кип}}} = 36,61 + 19,14 \lg T_{\text{кип}} \text{ дж/моль·град} = 8,75 + 4,575 \lg T_{\text{кип}} \text{ кал/моль·град}$$

$$\frac{\lambda_{\text{исп}}}{T_{\text{кип}}} \approx 89,12 \text{ дж/моль·град} \approx 21,3 \text{ кал/моль·град}$$

IV. Теплота плавления

Простые вещества:

$$\frac{\lambda_{\text{пл}}}{T_{\text{пл}}} = 10,5 \pm 2,1 \text{ дж/моль·град} = 2,5 \pm 0,5 \text{ кал/моль·град}$$

Неорганические соединения:

$$\frac{\lambda_{\text{пл}}}{T_{\text{пл}}} = 25,1 \pm 4,2 \text{ дж/моль·град} = 6 \pm 1 \text{ кал/моль·град}$$

Органические соединения:

$$\frac{\lambda_{\text{пл}}}{T_{\text{пл}}} = 54,4 \pm 12,6 \text{ дж/моль·град} = 13 \pm 3 \text{ кал/моль·град}$$

## V. Энтропия

*Твердые неорганические вещества:*

$$S_{298}^{\circ} = A \lg M + B$$

где  $M$  — молекулярный вес;  
 $A$  и  $B$  — константы, характерные для каждого типа соединений. Каждому типу окислов ( $MO$ ,  $M_2O_3$ ,  $MO_2$  и т. п.) отвечают свои значения  $A$  и  $B$ , которые определяются по известным энтропиям двух веществ данного типа.

**Константы  $A$  и  $B$  для некоторых типов соединений**

Тип соединения	$A$		$B$	
	дж/моль·град	кал/моль·град	дж/моль·град	кал/моль·град
$M_2O$	87,45	20,9	-87,45	-20,9
$MO$	60,67	14,5	-70,71	-16,9
$M_2O_3$	138,49	33,1	-227,61	-54,4
$MO_2$	64,02	15,3	-68,62	-16,4
$M_2O_5$	133,05	31,8	-209,20	-50,0
$MX$	62,76	15,0	-38,07	-9,1
$MX_2$	136,82	32,7	-185,35	-44,3
$MXO_3$	35,98	8,6	68,20	16,3
$MS$	69,87	16,7	-73,22	-17,5
$MNO_3$	90,79	21,7	-60,67	-14,5

П р и м е ч а н и е. X обозначает атом галогена.

*Газообразные неорганические вещества:*

$$\lg S_{298}^{\circ} = A \lg M + B$$

или

$$S_{298}^{\circ} = BM^A$$

где  $M$  — молекулярный вес;  
 $A$  и  $B$  — константы, определяемые в основном числом атомов в молекуле.

**Константы  $A$  и  $B$  для некоторых газов**

Газы	$A$	$B$		$\lg B$	
		дж/моль·град	кал/моль·град	дж/моль·град	кал/моль·град
Двухатомные . . .	0,136	124,68	29,8	2,096	1,474
Трехатомные . . .	0,211	101,67	24,3	2,007	1,386
Четырехатомные . . .	0,221	101,25	24,2	2,005	1,384
Пятиатомные . . .	0,213	102,51	24,5	2,011	1,389
Шестиатомные . . .	0,294	82,42	19,7	1,916	1,294

### *Твердые нормальные парафины:*

$$S_{298}^{\circ} = 75,31 + 24,27n \text{ } \text{Дж/моль·град} = 18,0 + 5,8n \text{ } \text{кал/моль·град}$$

где  $n$  — число атомов углерода в молекуле.

*Жидкие парафины* (в том числе с разветвленной цепью), *циклические и ароматические углеводороды* (в том числе с боковыми цепями);

$$\begin{aligned} S_{298}^{\circ} &= 104,60 + 32,22n - 18,83(r-2) + 81,59p_1 + 110,88p_2 \text{ } \text{Дж/моль·град} = \\ &= 25,0 + 7,7n - 4,5(r-2) + 19,5p_1 + 26,5p_2 \text{ } \text{кал/моль·град} \end{aligned}$$

где  $n$  — число углеродных атомов вне кольца;

$p_1$  — число фенильных групп;

$p_2$  — число насыщенных колец (цикlopентана или циклогексана);

$r$  — число разветвлений на прямой цепи или число углеводородных групп (алифатических или циклических), присоединенных к какому-либо углеродному атому алифатической цепи.

*Пример.* Для трифенилметана  $n=1$ ,  $r=3$ ,  $p_1=3$ ; для *трет*-бутилбензола  $n=4$ ,  $r=4$ ,  $p_1=1$ .

### *Газообразные нормальные парафины:*

$$S_{298}^{\circ} = 142,3 + 41,8n \text{ } \text{Дж/моль·град} = 34,0 + 10,0n \text{ } \text{кал/моль·град}$$

где  $n$  — число атомов углерода в молекуле.

### *Твердые органические вещества:*

$$S_{298}^{\circ} = 4,6C_p \text{ } \text{Дж/моль·град} = 1,1C_p \text{ } \text{кал/моль·град}$$

где  $C_p$  — молекулярная теплоемкость.

### *Жидкие органические вещества:*

$$S_{298}^{\circ} = 5,9C_p \text{ } \text{Дж/моль·град} = 1,4C_p \text{ } \text{кал/моль·град}$$

где  $C_p$  — молекулярная теплоемкость.

### *Ионы одноатомные в водных растворах:*

$$S_{298}^{\circ} = 28,7 \lg A - \frac{1130z}{(r+x)^2} + 155 \text{ } \text{Дж/г-ион·град} = 6,87 \lg A - \frac{270z}{(r+x)^2} + 37 \text{ } \text{кал/г-ион·град}$$

где  $A$  — атомный вес;

$z$  — заряд иона;

$r$  — радиус иона в кристаллическом веществе, Å;

$x$  — постоянная, равная 2,0 для положительных и 1,0 для отрицательных ионов.

## VI. Приближенный расчет стандартной теплоты образования, теплоемкости и энтропии органических веществ в идеализированном газовом состоянии

Расчет строится на основе значений  $\Delta H_f^{\circ}$ ,  $S_{298}^{\circ}$  и коэффициентов  $a$ ,  $b$  и  $c$  уравнения  $C_p = a + bT + cT^2$  для веществ, лежащих в основе соответствующего гомологического ряда (для ациклических углеводородов — метан, для ароматических — бензол, для первичных аминов — метиламин и т. д.). В эти основные величины вводят, согласно изложенным ниже правилам, поправки на удлинение углеродной цепи, замещение простых связей двойными или тройными и т. д., пользуясь для этого приведенными ниже табл. I—V.

Расчет производят следующим образом.

а) Выбирают основное вещество, из которого *минимальным числом замещений* можно получить структурную формулу рассматриваемого соединения (практическую возможность того или иного замещения не принимают во внимание). По табл. I определяют для основного вещества  $\Delta H_f^{\circ}$ ,  $S_{298}^{\circ}$  или коэффициенты  $a$ ,  $b$  и  $c$  уравнения  $C_p = a + bT + cT^2$  в зависимости от того, какую величину вычисляют. Дальнейшая схема расчета дана для  $\Delta H_f^{\circ}$ ,  $S_{298}^{\circ}$ . Энтропии и теплоемкости рассчитывают по тем же правилам.

б) Последовательным введением в основное вещество групп  $-\text{CH}_3$  строят углеродный скелет искомого соединения, учитывая при этом, что введение галогенов, спиртовых, кислотных и других функциональных групп возможно *только взамен* одной или нескольких групп  $-\text{CH}_3$ . Рекомендуется сначала строить наиболее длинную основную цепь, затем наиболее длинные боковые цепи (см. примеры 2 и 3). На каждую введенную группу  $-\text{CH}_3$  вносят поправки (см. ниже, п. в) в основную величину  $\Delta H_f^{\circ}$ ,  $S_{298}^{\circ}$  найденную по табл. I. Если одно и то же соединение может быть получено различными замещениями, например, введением боковых групп  $-\text{CH}_3$  по часовой или против часовой стрелки, то берут средний результат.

в) При введении поправок на группы  $-\text{CH}_3$  различают *первичные и вторичные замещения* атомов водорода группами  $-\text{CH}_3$ .

Под *первичным замещением* подразумевают введение *одной* группы  $-\text{CH}_3$  вместо атома водорода у *данного* атома углерода основного вещества. Так, например, в  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $\text{HCONH}_2$  можно сделать только по одному первичному замещению, в  $(\text{CH}_3)_2\text{N}$  — два, в  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$  — три. Первичные замещения в диметиламине и триметиламине являются равноценными. Первичные замещения атома водорода группами  $-\text{CH}_3$  в циклопентане, бензole и нафтalinе неравноценны. Каждому из них присвоена определенная поправка (табл. II). Для диметилового эфира поправка на первичное замещение атома водорода группой  $-\text{CH}_3$  не предусмотрена. Введение даже одной группы  $-\text{CH}_3$  в диметиловый эфир считается вторичным замещением (табл. III).

Введение второй или последующих групп  $-\text{CH}_3$  вместо атома водорода у *одного* и *того же* атома углерода называют *вторичным замещением*.

Для определения соответствующих поправок необходимо знать так называемые «типовыe числа» того атома углерода, у которого производят замещение (атом *A*) и соседнего с ним атома углерода (атом *B*). Если таких соседних атомов углерода у атома *A* несколько, то поправки берут для *максимального* типового числа. Типовое число определяют, руководствуясь числом и видом связей данного атома углерода с другими атомами углерода. Для простых и сложных эфиров предусмотрены специальные поправки (табл. III).

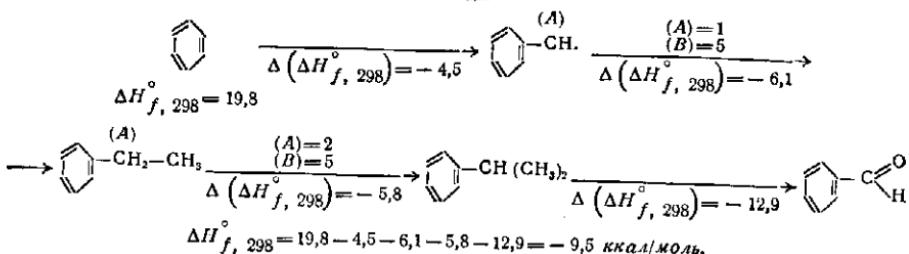
Группа	$-\text{CH}_3$	$>\text{CH}_2$	$>\text{CH}$	$-\overset{ }{\underset{ }{\text{C}}}-$	С в бензольном или нафтalinовом кольце
Типовое число . . .	1	2	3	4	5

г) После построения углеродного скелета соединения замещают простые связи сложными и вводят соответствующие поправки (табл. IV). Для введения поправок также следует знать типовые числа атомов, между которыми заменяют связь.

д) Замещают одну или несколько групп  $-\text{CH}_3$  другими группами и вводят соответствующие поправки (табл. V).

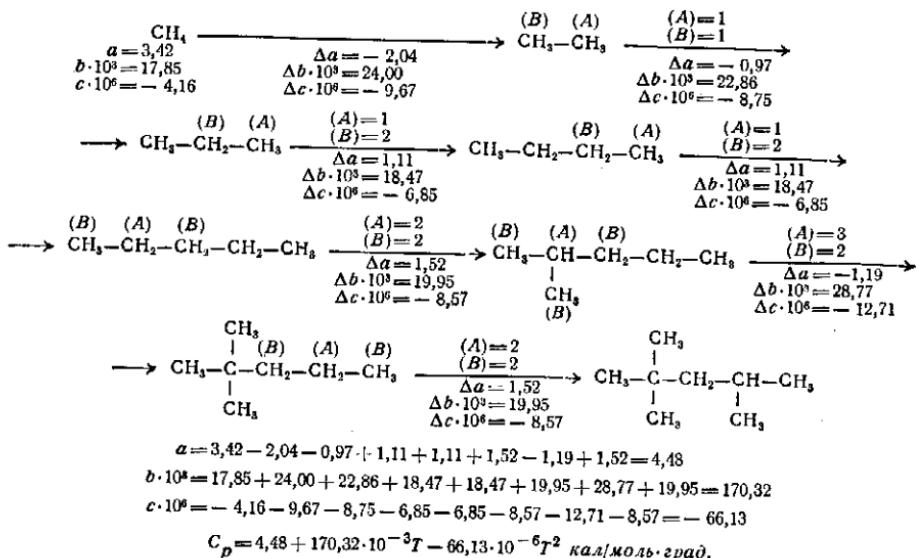
Примеры.

1. Расчет теплоты образования бензальдегида:



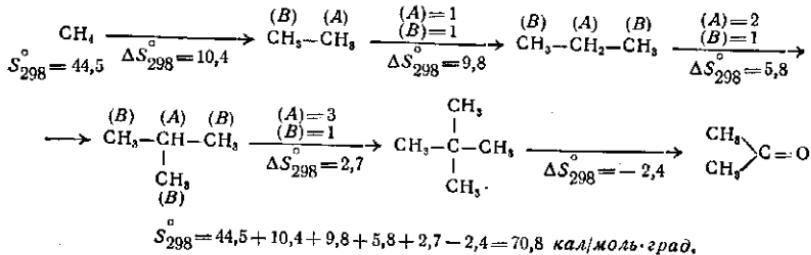
По литературным данным,  $\Delta H_f^{\circ}, 298 = -10,0$  ккал/моль.

2. Составление уравнения  $C_p = f(T)$  для 2,2,4-триметилпентана:



Согласно найденному уравнению, теплоемкость вещества при  $298^{\circ}\text{K}$  равна 66,88 ккал/моль·град.  
По литературным данным, теплоемкость равна 64,2 ккал/моль·град.

3. Расчет энтропии ацетона (г.):



По литературным данным,  $\Delta S_{298}^{\circ} = 70,5$  ккал/моль·град.

Таблица 1

## Термодинамические свойства основных веществ

Вещество	$\Delta H_f^{\circ}, 298$ ккал/моль	Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$			$S_{298}^{\circ}$ кал/моль·град					
		$a$ кал/моль·град	$b \cdot 10^3$ кал/моль·град	$c \cdot 10^6$ кал/моль·град						
Метан . . . . .	-74,9	-17,9	14,31	3,42	74,68	17,85	-17,41	-4,16	186,2	44,5
Цикlopентан . . . . .	-77,4	-18,5	10,96	2,62	345,89	82,67	-103,43	-24,72	292,9	70,0
Бензол . . . . .	82,8	19,8	0,96	0,23	325,64	77,83	-113,64	-27,16	269,0	64,3
Нафталин . . . . .	151,9	36,3	13,18	3,15	457,73	109,40	-145,56	-34,79	336,4	80,4
Метиламин . . . . .	-28,0	-6,7	16,82	4,02	128,53	30,72	-36,40	-8,70	241,4	57,7
Диметиламин . . . . .	-27,6	-6,6	16,40	3,92	202,13	48,31	-58,95	-14,09	273,2	65,3
Триметиламин . . . . .	-45,6	-10,9	16,44	3,93	275,52	65,85	-81,50	-19,48	288,7	69,0
Диметиловый эфир . . . . .	-185,4	-44,3	26,86	6,42	165,85	39,64	-47,91	-11,45	266,5	63,7
Формамид . . . . .	-207,1	-49,5	27,24	6,51	105,35	25,18	-31,25	-7,47	248,9	59,5

Таблица II

Поправки на первичное замещение водорода группами —CH<sub>3</sub>

Основная группа	$\Delta(\Delta H_f^{\circ}, 298)$ ккал/моль	Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$				$\Delta S_{298}^{\circ}$ ккал/моль·спад			
		$\Delta a$		$\Delta b \cdot 10^3$ ккал/моль·спад	$\Delta c \cdot 10^6$ ккал/моль·спад				
		$\partial \Delta a / \partial \Delta H_f^{\circ}$ ккал/моль·спад	$\partial \Delta b / \partial \Delta H_f^{\circ}$ ккал/моль·спад	$\partial \Delta c / \partial \Delta H_f^{\circ}$ ккал/моль·спад	$\partial \Delta c / \partial \Delta H_f^{\circ}$ ккал/моль·спад				
Метан . . . . .	-9,2	-2,2	-8,54	-2,04	100,42	24,00	-9,67	43,5	10,4
Циклопентан . . . . .	-38,9	-9,3	-4,35	-1,04	80,75	19,30	-24,23	2,9	0,7
Увеличение колыца . . . . .	-21,8	-5,2	-0,29	-0,07	77,70	18,57	-24,14	-5,77	48,1
Первое замещение . . . . .									11,5
Второе замещение:									
ортого . . . . .	-51,0	-12,2	-8,4	-1,00	-0,24	194,81	46,56	-21,13	-5,05
метаг . . . . .	-35,1	-7,1							-
пара . . . . .	-29,7	-7,0	-	-	-			-	-
Третье замещение . . . . .	-29,3	-7,0	-	-	-			-	-
Бензол и нафтальян . . . . .	-18,8	-4,5	1,51	0,36	73,85	17,65	-24,60	-5,88	50,2
Первое замещение . . . . .									12,0
Второе замещение:									
ортого . . . . .	-26,4	-6,3	21,76	5,20	25,19	6,02	4,94	1,18	33,9
метаг . . . . .	-27,2	-6,5	7,20	1,72	59,33	14,18	-15,73	-3,76	38,5
пара . . . . .	-33,5	-8,0	5,36	1,28	60,96	14,57	-16,65	-3,98	32,6
Третье замещение . . . . .	-	-	2,38	0,57	69,12	16,52	-21,71	-5,19	33,5
Метиламин . . . . .	-23,8	-5,7	-4,18	-0,10	73,30	17,52	-22,38	-5,35	-
Диметиламин . . . . .	-26,4	-6,3	-4,1	-	-	-	-	-	-
Триметиламин . . . . .	-17,2	-9,0	-	-	-	-	-	-	-
Формамид . . . . .	-37,7	-	25,56	6,11	-7,32	-1,75	-	4,75	-

Таблица III

Поправки на вторичное замещение водорода группами  $-\text{CH}_3$ 

Типовые числа (A)	(B)	Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$				$\Delta S_{298}^{\circ}$ кал/моль·спад
		$\Delta(\Delta H_f^{\circ}, 298)$ кал/моль	$\Delta a$ кал/моль·спад	$\Delta b \cdot 10^3$ кал/моль·спад	$\Delta c \cdot 10^6$ кал/моль·спад	
1	1	-18,8	-4,5	-0,97	95,65	22,86
1	2	-21,8	-5,2	-4,64	77,28	18,47
1	3	-23,0	-5,5	4,18	83,18	19,88
1	4	-20,9	-5,0	1,00	71,63	17,12
1	5	-25,5	-6,1	5,82	0,10	71,88
1	1	-27,6	-6,6	0,42	73,64	17,18
2	2	-28,5	-6,8	7,91	17,60	25,98
2	3	-28,5	-6,8	6,36	83,47	19,95
2	4	-21,3	-5,1	4,23	82,38	19,69
2	5	-24,3	-5,8	10,54	67,40	16,11
3	1	-33,9	-8,1	0,04	0,01	72,89
3	2	-33,5	-8,0	-4,02	-0,96	114,93
3	3	-28,9	-6,9	-4,98	-1,19	120,37
3	4	-23,8	-5,7	-13,68	-3,27	129,54
3	5	-38,5	-9,2	-0,59	-0,14	102,80
Замена водорода в сложных или простых эфирах . . . . .		29,3	-7,0	-0,04	-0,01	73,55
Замена водорода в кислоте с образованием сложного эфира . . . . .		-39,7	-9,5	1,84	0,44	69,58
						16,63
						-20,71
						-4,95
						69,9
						16,7

Таблица IV

## Поправки на замещение простых связей сложными

Тип связи между атомами углерода <i>A</i> и <i>B</i> и типовые числа атомов углерода	$\Delta(\Delta H_f^{\circ}, 298)$	Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$			$\Delta S^{\circ}$
		$\Delta z$	$\Delta b \cdot 10^3$	$\Delta c \cdot 10^6$	
1=1	137,2	32,8	5,56	1,33	-12,69
1=2	125,5	30,0	6,53	1,56	-14,87
1=3	118,0	28,2	2,64	0,63	-23,65
2=2	117,2	28,0	{ 1,67	0,40	-78,95
2=2, цис-положение	118,8	28,4	}	}	-18,87
2=2, транс-положение	125,1	27,5			41,38
2=3	111,7	26,7	2,64	0,63	-23,65
3=3	106,7	25,5	-19,37	-4,63	-74,64
Дополнительная поправка на каждую пару сопряженных связей	-15,9	-3,8	23,35	5,58	Приблизительно нуль
1≡1	311,3	74,4	30,50	-31,19	-46,82
1≡2	289,1	69,1	26,86	6,42	11,19
2≡2	272,4	65,1	19,50	4,66	14,53
Поправка на двойную связь, смежную с ароматическим кольцом	-21,3	-5,1	-151,04	-36,10	60,79
					63,93
					15,28
					-43,5
					-28,5
					-32,6
					-26,4
					-10,4
					-6,8
					-7,8
					-6,3
					-18,0
					-4,3

Таблица V

Поправки на группы, замещающие группу  $-\text{CH}_3$ 

Группа	Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$				$\Delta S_{298}^{\circ}$				
	$\Delta H_f^{\circ}, \text{кал}/\text{моль}$		$\Delta a$	$\Delta b \cdot 10^3$					
	$\text{кал}/\text{моль} \cdot \text{град}$	$\text{кал}/\text{моль} \cdot \text{град}^2$	$\text{кал}/\text{моль} \cdot \text{град}^3$	$\text{кал}/\text{моль} \cdot \text{град}^4$					
$-\text{Br}$	41,8	10,0	11,76	2,81	-19,41	26,48	6,33	12,6 *	3,0 *
$-\text{CN}$	163,2	39,0	15,23	3,64	-58,24	-13,92	18,95	4,53	16,7
$-\text{COOH}$	-87,0	-32,3	35,56	8,50	-63,05	-15,07	33,22	7,94	64,4
$-\text{C}_6\text{H}_5$	135,1	-	-3,31	-0,79	224,39	53,63	-80,37	-19,21	90,8
$-\text{Cl}$									21,7
для первого атома $\text{Cl}$ у атома углерода	0	0	9,16	2,19	-78,87	-18,85	26,19	6,26	0 *
для каждого последующего атома $\text{Cl}$			4,5						0 *
$-\text{F}$	-146,4	-35,0	9,37	2,24	-98,78	-23,61	49,33	11,79	-4,2 *
$-\text{J}$	-103,8	24,8	11,42	2,73	-72,68	-17,37	17,11	4,09	-10,9 *
$-\text{NH}_2$	51,5	12,3	5,27	1,26	-30,63	-7,32	9,33	2,23	-20,1
$-\text{NO}_2$	5,0	1,2	26,36	6,3	-81,71	-19,53	43,35	10,36	-4,8
$=\text{O}$ (альдегид)	-54,0	-12,9	15,10	3,61	-233,13	-55,72	95,06	22,72	-51,5
$=\text{O}$ (кетон)	-55,2	-13,2	21,00	5,02	-276,48	-66,08	126,40	30,21	-10,0
$-\text{OH}$ (алифатические и ароматические в мета- и параположениях)	-136,8	-32,7	13,26	3,17	-62,17	-14,86	23,39	5,59	-2,6
$-\text{OH}$ (в орто-положении)	-199,6	-47,7	17,03	4,07	-104,43	-24,96	-	-	-
$-\text{SH}$	66,1	15,8							5,2

\* К вычисленным поправкам на энтропию галогенов для метильных производных следует прибавить 1  $\text{кал}/\text{моль} \cdot \text{град}$  или 4,2  $\text{дж}/\text{моль} \cdot \text{град}$ .

$$\Delta S_{298}^{\circ} = \frac{S_{298}^{\circ} - S_{298}^{\circ}(\text{основная группа})}{+1 = 55,9 \text{ кал}/\text{моль} \cdot \text{град}}$$

+ первичное замещение  
замещение хлором

По литературным данным,  $S_{298}^{\circ} = 56,04 \text{ кал}/\text{моль} \cdot \text{град}$ .

### 31. Растворимость газов в воде при нормальных условиях

Величины растворимости выражены в таблице в  $\text{м}^3 \text{ газа}/\text{м}^3 \text{ воды}$  или  $\text{см}^3 \text{ газа}/\text{см}^3 \text{ воды}$ . Для азота, водорода, воздуха и кислорода растворимость дана при парциальном давлении 1 атм., для остальных газов (не подчиняющихся закону Генри) — при общем давлении 1 атм.

Газ	Температура, $^{\circ}\text{C}$						
	0	10	20	30	40	50	60
Азот . . . . .	0,0236	0,0190	0,0160	0,0140	0,0125	0,0113	0,0102
Аммиак . . . . .	1300	910	710	595	—	—	—
Водород . . . . .	0,0215	0,0198	0,0184	0,0170	0,0164	0,0161	0,0160
Воздух . . . . .	0,0288	0,0226	0,0187	0,0161	0,0142	0,0130	0,0122
Двуокись углерода . . .	1,713	1,194	0,878	0,66	0,53	0,44	0,36
Кислород . . . . .	0,049	0,038	0,031	0,026	0,023	0,021	0,019
Хлор . . . . .	—	3,148	2,299	1,799	1,438	1,225	1,023
Хлористый водород . . .	507	474	442	412	386	362	339

### 32. Фазовые диаграммы

Вещество	Система	№ рисунка	Темпера- тура, $^{\circ}\text{C}$	Давление	
				атм	мн/м <sup>2</sup>
<b>Однокомпонентные системы</b>					
Вода	Жидкость — пар — лед I	1 и 2 (точка A)	0,0076	$6,02 \cdot 10^{-3}$	$0,61 \cdot 10^{-3}$
	Жидкость — лед I — лед III	1 (точка B)	-22,0	2030	205,6
	Лед I — лед II — лед III	1 (точка E)	-34,7	2100	212,7
	Жидкость — лед III — лед V	1 (точка C)	-17,0	3420	346,4
	Лед II — лед III — лед V	1 (точка F)	-24,3	3400	344,4
	Жидкость — лед V — лед VI	1 (точка D)	0,16	6180	626,0
Сера	$S_{\text{ромб}} - S_{\text{монокл}} - S_{\text{пар}}$	3 (точка O)	95,5	—	—
	$S_{\text{монокл}} - S_{\text{жидк}} - S_{\text{пар}}$	3 (точка B)	120	—	—
	$S_{\text{ромб}} - S_{\text{монокл}} - S_{\text{жидк}}$	3 (точка C)	151	1288	130,5
	$S_{\text{ромб}} - S_{\text{жидк}} - S_{\text{пар}}$	3 (точка b *)	114	—	—
Углерод	$C_{\text{графит}} - C_{\text{жидк}} - C_{\text{газ}}$	4 (точка A)	3730	105	10,6

Тип системы	№ рисунка	Вещества	Т. плавл., $^{\circ}\text{C}$	Т. кип., $^{\circ}\text{C}$
<b>Двухкомпонентные системы</b>				
Вещества, неограничен- но растворимые в обе- их фазах	5	AgCl	455	—
	6	NaCl	800	—
	7	Cu	1083	—
		Ni	1452	—
	7	CaSiO <sub>3</sub>	1512	—
		MnSiO <sub>3</sub>	1218	—
	8	Mn	1260	—
		Ni	1452	—
	9	CH <sub>3</sub> COOH	—	118,1
		H <sub>2</sub> O	—	100
	10	CCl <sub>4</sub>	—	77,7
		C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	—	34,75
	11	HNO <sub>3</sub>	—	86
		H <sub>2</sub> O	—	100

\* Метастабильное состояние.

Тип системы	№ рисунка	Вещества	Т. плавл., °C	Т. кип., °C
Вещества, неограничен-но растворимые в обеих фазах . . . . .	12	CCl <sub>4</sub>	—	75,9 *
	13	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	—	77,9 *
		C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	—	161,7
		H <sub>2</sub> O	—	100
Вещества, неограничен-но растворимые в жидкой фазе и взаим-но нерастворимые в твердой фазе				
Химические соеди-нения не образу-ются	14	AgCl	455	—
	15	KCl	776	—
		Al	660	—
		Si	1412	—
Образуются устой-чивые химические соединения	16	HNO <sub>3</sub>	—41,2	—
		H <sub>2</sub> O	0	—
	17	Al	660	—
		Mg	651	—
	18	CaCl <sub>2</sub>	772	—
		CsCl	642	—
Образуются не-устойчивые хими-ческие соединения	19	CuCl	422	—
	20	KCl	776	—
		Au	1063	—
		Sb	631	—
Вещества, неограничен-но растворимые в жидкой фазе и огра-ниченно растворимые в твердой фазе				
Химические соеди-нения не образу-ются	21	KNO <sub>3</sub>	339	—
	22	NaNO <sub>3</sub>	308	—
		Bi	268	—
		Pb	327	—
Вещества, ограниченно растворимые в обеих фазах	23	Al	660	—
	24	Pb	327	—
		C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	—	—
		H <sub>2</sub> O	—	—

## Трехкомпонентные системы

Вещества, неограничен-но растворимые в жидкой фазе и взаим-но нерастворимые в твердой фазе				
Химические соеди-нения не образу-ются	25	Tl <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	632	—
		Tl <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	426	—
	26	Tl <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	206	—
		Sn	232	—
		Pb	327	—
		Bi	268	—
Образуются устой-чивые химические соединения	27	<i>m</i> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	63	—
		C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	121,4	—
		C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OH) COOH	159	—

\* Система исследована при  $P=745$  мм рт. ст.

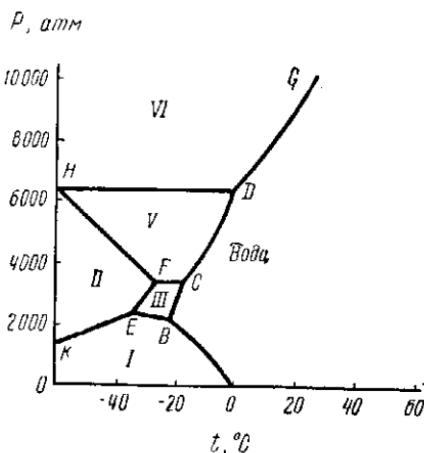


Рис. 1.

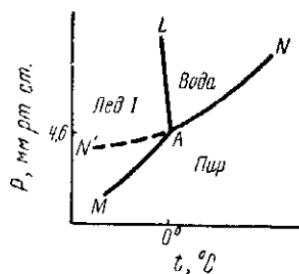


Рис. 2.

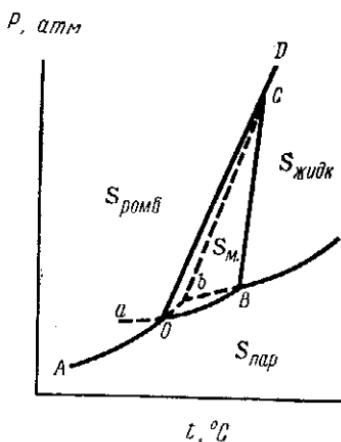


Рис. 3.

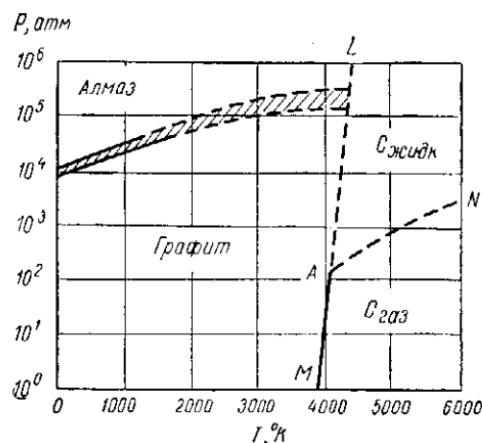


Рис. 4.

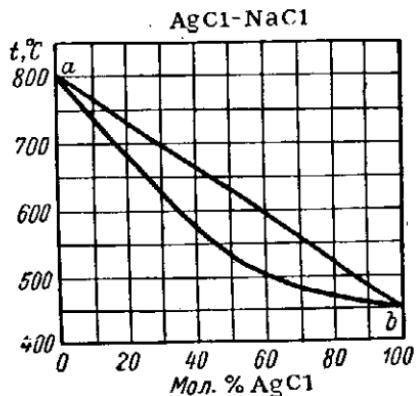


Рис. 5.

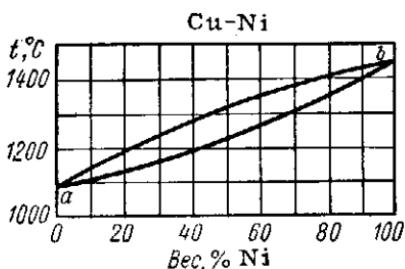


Рис. 6.

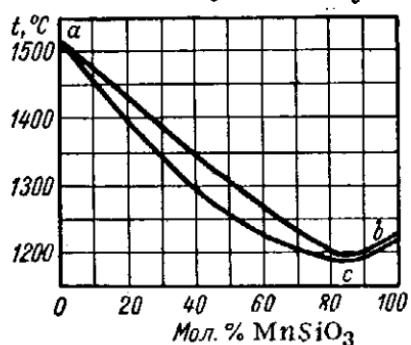


Рис. 7.

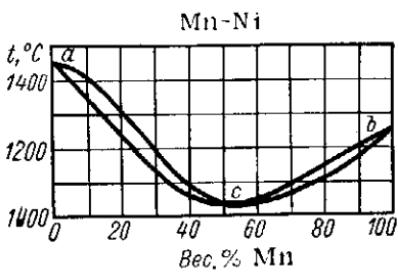


Рис. 8.

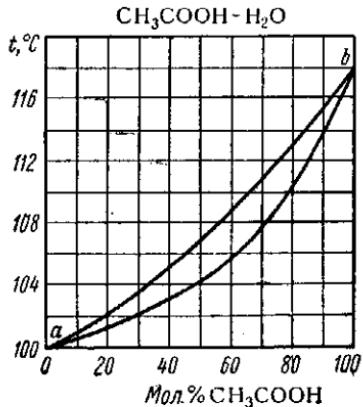


Рис. 9.

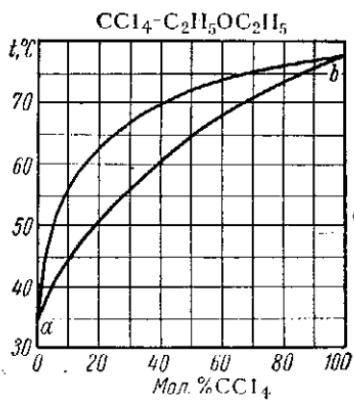


Рис. 10.

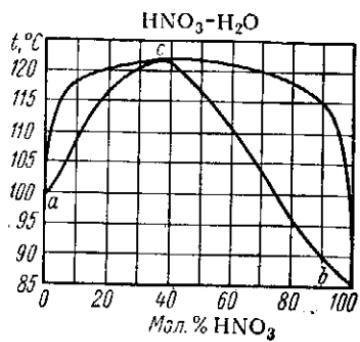


Рис. 11.

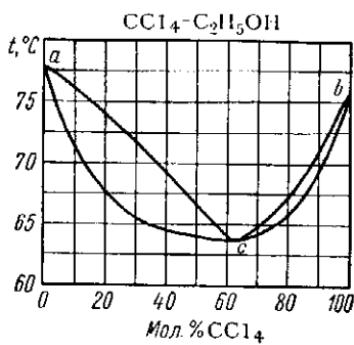


Рис. 12.

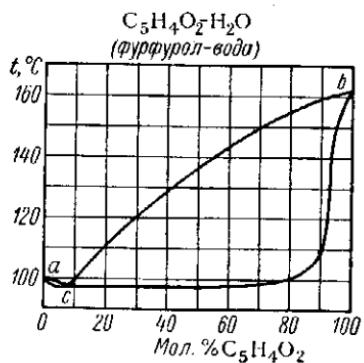


Рис. 13.

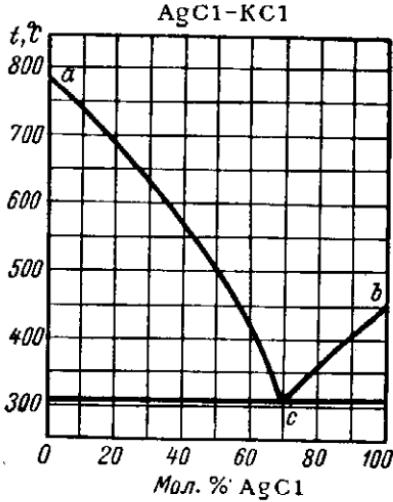


Рис. 14.

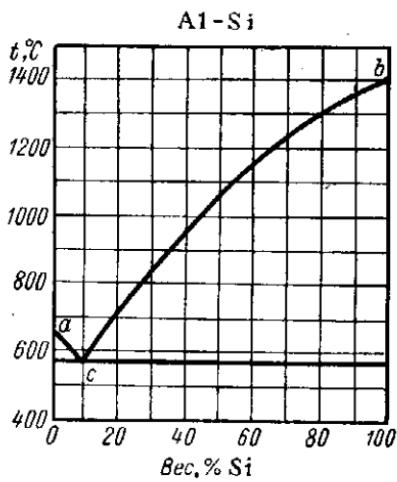


Рис. 15.

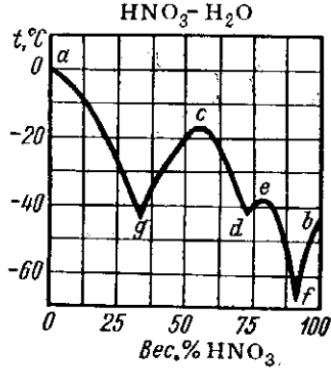


Рис. 16.

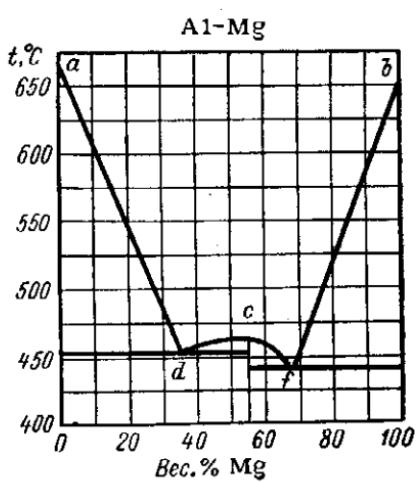


Рис. 17.

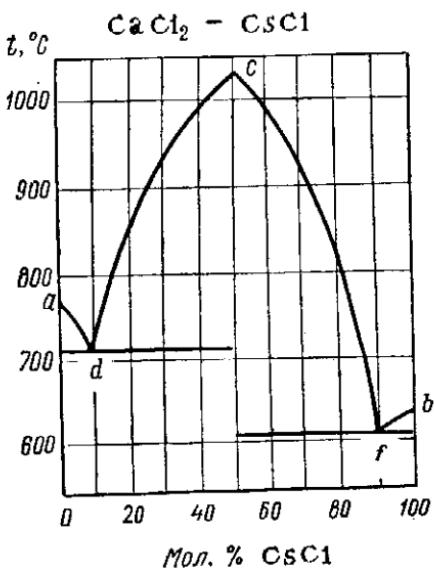


Рис. 18.

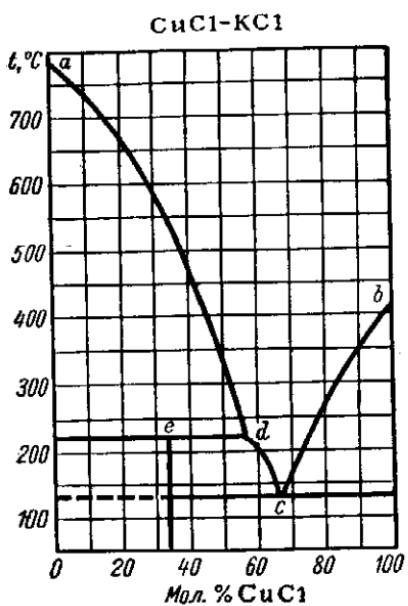


Рис. 19.

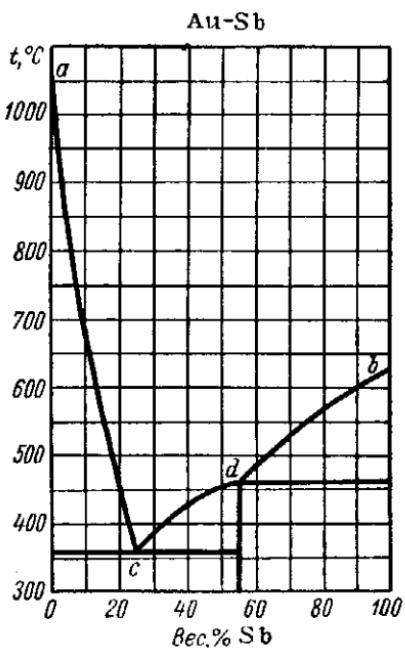


Рис. 20.

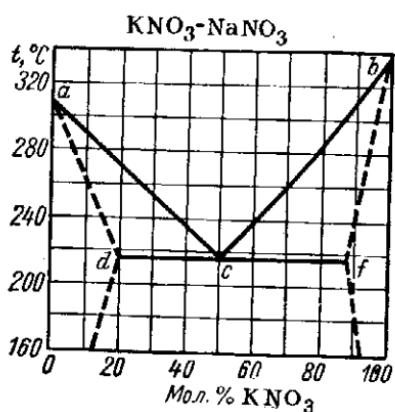


Рис. 21.

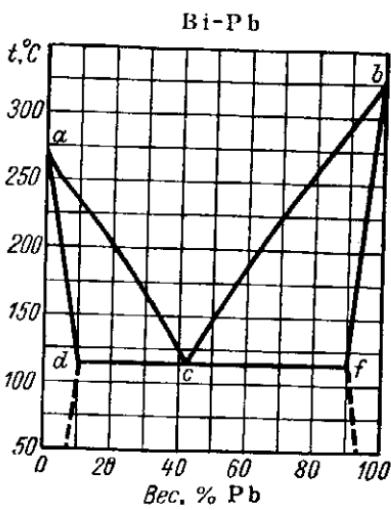


Рис. 22.

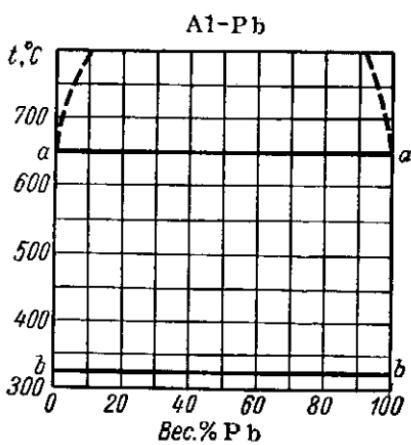


Рис. 23.

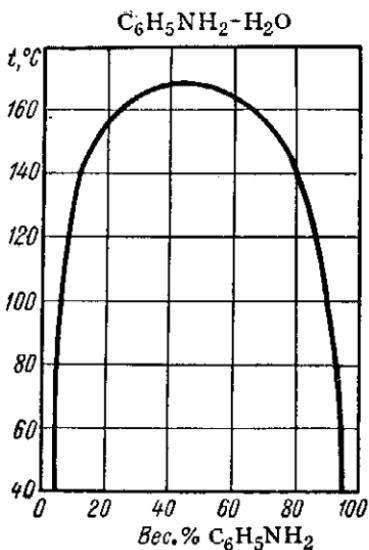


Рис. 24.

$Tl_2SO_4-Tl_2(NO_3)_2-Tl_2Cl_2$

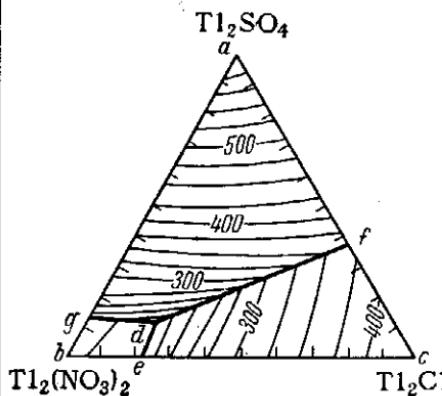


Рис. 25.

$Bi-Sn-Pb$

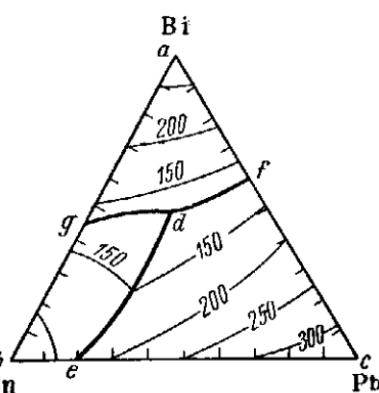


Рис. 26.

$m-C_6H_4(NH_2)_2-C_6H_5COOH-C_6H_4(OH)COOH$

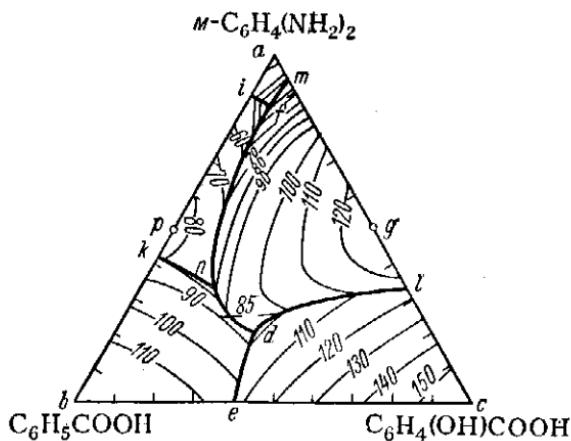


Рис. 27.

### 33. Плотность некоторых жидкостей при различной температуре

Для пересчета значений плотности  $\rho$  в  $\text{кг}/\text{м}^3$  табличные величины нужно умножить на  $10^{-3}$ .

Вещество	$\rho, \text{г}/\text{см}^3$ , при температуре, $^{\circ}\text{C}$						
	0	10	20	30	40	50	60
Аллиловый спирт $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{OH}$	0,8681	—	—	0,8421	—	—	—
Анилин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	1,0390	1,0303	1,0218	1,0131	1,0045	0,9958	0,9872
Ацетон $\text{CH}_3\text{COCH}_3$	0,8125	0,8014	0,7905	0,7793	0,7682	0,7560	—
Ацетонитрил $\text{CH}_3\text{CN}$	0,8035	0,7926	0,7822	0,7713	—	—	—
Ацетофенон $\text{CH}_3\text{COC}_6\text{H}_5$	—	1,0364	1,0278	1,0194	1,0106	1,0021	0,9757
Бензиловый спирт $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	1,0608	1,0532	1,0454	1,0376	1,0297	1,0219	—
Бензол $\text{C}_6\text{H}_6$	0,9000	0,8895	0,8790	0,8685	0,8576	0,8466	0,8357
Бромбензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	1,5218	1,5083	1,4948	1,4815	1,4682	1,4546	1,4411
Вода $\text{H}_2\text{O}$	0,9999	0,9996	0,9982	0,9956	0,9922	0,9881	0,9832
Гексан $\text{C}_6\text{H}_{14}$	0,6769	0,6684	0,6595	0,6505	0,6412	0,6318	0,6221
Глицерин $\text{CH}_2\text{OHCHONCH}_2\text{OH}$	1,2734	1,2671	1,2613	1,2554	1,2490	1,2420	1,2359
Дизтиловый эфир $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	0,7362	0,7248	0,7135	0,7019	0,6894	0,6775	0,6658
Метиловый спирт $\text{CH}_3\text{OH}$	0,8100	0,8008	0,7915	0,7825	0,7740	0,7650	0,7555
Метиловый эфир муравьиной кислоты $\text{HCOOCH}_3$	1,0032	0,9886	0,9742	—	—	—	—
Нитробензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	1,2231	1,2131	1,2033	1,1936	1,1837	1,1740	1,1638
Пиридин $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	1,0030	0,9935	0,9825	0,9729	0,9629	0,9526	0,9424
Сероуглерод $\text{CS}_2$	1,2927	1,2778	1,2632	1,2482	—	—	—
Тиофен $\text{C}_4\text{H}_6\text{S}$	—	—	1,0647	1,0524	—	—	—
Толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	0,8855	0,8782	0,8670	0,8580	—	—	—
Уксусная кислота $\text{CH}_3\text{COOH}$	1,0697	1,0593	1,0491	1,0392	1,0282	1,0175	1,0060
Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	1,1053	1,0930	1,0810	1,0690	1,0567	1,0443	—
Фенилгидразин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NNH}_2$	—	—	1,0981	1,0899	1,0817	1,0737	1,0653
Хлорбензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	1,1279	1,1171	1,1062	1,0954	1,0846	1,0742	1,0636
Хлороформ $\text{CHCl}_3$	1,5264	1,5077	1,4890	1,4706	1,4509	1,4334	1,4114
Четыреххлористый углерод $\text{CCl}_4$	1,6326	1,6135	1,5939	1,5748	1,5557	1,5361	1,5165
Этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	0,8063	0,7979	0,7895	0,7810	0,7722	0,7632	0,7541

### 34. Плотность воды при различной температуре

Для пересчета значений плотности  $\rho$  в  $\text{кг}/\text{м}^3$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-3}$ .

$t, ^{\circ}\text{C}$	15	16	17	18	19
$\rho, \text{г}/\text{см}^3$	0,99913	0,99897	0,99880	0,99862	0,99843
$t, ^{\circ}\text{C}$	20	21	22	23	24
$\rho, \text{г}/\text{см}^3$	0,99823	0,99802	0,99780	0,99756	0,99732

### 35. Вязкость некоторых жидкостей при различной температуре

Вещество	$\eta$ , спл или мн.сек. $\cdot$ м $^{-2}$ , при температуре, °С						
	0	10	20	30	40	50	60
Аллиловый спирт <chem>CH3CHCH2OH</chem>	2,145	—	1,363	1,070	0,914	—	—
Анилин <chem>C6H5NH2</chem>	10,200	6,460	4,400	3,200	2,350	1,820	1,520
Ацетон <chem>CH3COCH3</chem>	0,397	0,361	0,325	0,296	0,271	0,249	0,228
Ацетонитрил <chem>CH3CN</chem>	0,442	—	0,291	—	—	—	—
Ацетофенон <chem>CH3COC6H5</chem>	—	2,300	1,840	1,511	1,380	1,250	—
Бензиловый спирт <chem>C6H5CH2OH</chem>	—	—	5,800	4,320	3,288	2,574	—
Бензол <chem>C6H6</chem>	0,910	0,755	0,649	0,559	0,489	0,436	0,389
Бромбензол <chem>C6H5Br</chem>	1,520	1,310	1,130	0,990	0,890	0,790	0,720
Вода <chem>H2O</chem>	1,792	1,307	1,005	0,801	0,656	0,549	0,469
Гексан <chem>C6H14</chem>	0,381	0,343	0,307	0,290	0,253	0,248	0,222
Глицерин <chem>CH2OHCONHCH2OH</chem>	$12,1 \cdot 10^3$	$3,95 \cdot 10^3$	$1,49 \cdot 10^3$	$0,63 \cdot 10^3$	—	—	—
Диэтиловый эфир <chem>C2H5OC2H5</chem>	0,284	0,258	0,233	0,213	0,197	0,180	0,166
Метиловый спирт <chem>CH3OH</chem>	0,817	0,690	0,597	0,510	0,450	0,396	0,350
Метиловый эфир муравьиной кислоты <chem>HCOOC2H5</chem>	0,429	0,385	0,348	0,318	—	—	—
Нитробензол <chem>C6H5NO2</chem>	3,090	2,483	2,034	1,682	1,438	1,251	1,094
Пиридин <chem>C5H5N</chem>	1,330	1,120	0,974	0,830	0,735	0,651	0,580
Сероуглерод <chem>CS2</chem>	0,433	0,396	0,365	0,341	0,319	0,297	—
Тиофен <chem>C4H4S</chem>	0,871	0,753	0,658	0,582	0,520	0,468	0,424
Толуол <chem>C6H5CH3</chem>	0,770	0,667	0,584	0,517	0,469	—	0,381
Уксусная кислота <chem>CH3COOH</chem>	—	1,450	1,210	1,040	0,900	0,790	0,700
Уксусный ангидрид <chem>(CH3CO)2O</chem>	1,245	1,058	0,907	0,787	0,699	0,623	0,55
Фенилгидразин <chem>C6H5NNH2</chem>	—	—	0,456	0,443	0,404	—	—
Хлорбензол <chem>C6H5Cl</chem>	1,056	0,915	0,802	0,708	0,635	0,573	0,520
Хлороформ <chem>CHCl3</chem>	0,700	0,630	0,570	0,514	0,466	0,426	0,390
Четыреххлористый углерод <chem>CCl4</chem>	1,330	1,132	0,969	0,843	0,739	0,651	0,585
Этиловый спирт <chem>C2H5OH</chem>	1,773	1,466	1,200	1,003	0,834	0,702	0,592

## 86. Поверхностное натяжение некоторых жидкостей при различной температуре

Для пересчета значений поверхностного натяжения  $\sigma$  в  $м/н$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-3}$ .

Вещество	$\sigma, \text{дин}/\text{см}, \text{при температуре, } ^\circ\text{C}$						
	0	10	20	30	40	50	60
Аллиловый спирт $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{OH}$	—	—	25,680	24,920	—	—	—
Анилин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	45,420	44,380	43,300	42,240	41,200	40,100	39,400
Ацетон $\text{CH}_3\text{COCH}_3$	26,210	—	23,700	22,010	21,160	—	18,610
Ацетонитрил $\text{CH}_3\text{CN}$	—	—	29,100	27,800	—	—	—
Ацетофенон $\text{CH}_3\text{COC}_6\text{H}_5$	—	39,500	38,210	—	—	—	—
Бензиловый спирт $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	—	—	42,760	38,940	—	—	—
Бензол $\text{C}_6\text{H}_6$	—	30,240	28,900	27,610	26,260	24,980	23,720
Бромбензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	—	36,340	35,090	—	—	—	—
Вода $\text{H}_2\text{O}$	75,620	74,220	72,750	71,150	69,550	67,910	66,170
Гексан $\text{C}_6\text{H}_{14}$	20,520	—	18,420	17,400	16,350	—	14,330
Глицерин $\text{CH}_2\text{OHCHONCH}_2\text{OH}$	—	—	63,400	—	—	—	—
Диэтиловый эфир $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	—	—	16,490	15,270	14,050	—	—
Метиловый спирт $\text{CH}_3\text{OH}$	24,500	23,500	22,550	21,690	20,900	20,100	19,300
Метиловый эфир муравьиной кислоты $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$	—	—	24,640	23,090	—	20,050	—
Нитробензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	—	43,350	42,170	—	—	—	—
Пиридип $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	—	—	38,000	—	35,000	—	—
Сероуглерод $\text{CS}_2$	—	—	32,250	30,790	—	—	—
Тиофен $\text{C}_4\text{H}_4\text{S}$	—	—	33,100	—	30,100	—	—
Толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	30,930	—	28,530	27,400	26,130	—	—
Уксусная кислота $\text{CH}_3\text{COOH}$	—	—	27,790	26,870	—	24,650	—
Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	—	—	32,650	31,220	30,050	29,000	—
Фенилгидразин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NNH}_2$	—	—	45,550	44,310	—	—	40,400
Хлорбензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	—	—	33,190	31,980	—	—	—
Хлороформ $\text{CHCl}_3$	—	28,500	27,140	25,890	—	—	21,730
Четыреххлористый углерод $\text{CCl}_4$	29,380	28,050	25,680	25,540	24,410	23,220	22,380
Этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	24,050	23,140	22,030	21,480	20,200	19,800	18,430

**37. Показатели преломления некоторых жидкостей**  
 $\lambda = 5893 \text{ \AA}$

Вещество	$n_D^t$		$\frac{dn}{dt}$
	15° C	20° C	
Аллиловый спирт $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{OH}$	1,41118	1,40911	0,00041
Анилин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	1,5887	1,5863	0,00048
Ацетон $\text{CH}_3\text{COCH}_3$	1,36157	1,35911	0,00049
Ацетонитрил $\text{CH}_3\text{CN}$	1,3488	1,34604	0,00045
Ацетофенон $\text{CH}_3\text{COC}_6\text{H}_5$	1,53631	1,53423	0,00041
Бензиловый спирт $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	1,5426	1,5404	0,00040
Бензол $\text{C}_6\text{H}_6$	1,50439	1,50110	0,00066
Бромбензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	1,56252	1,5601	0,00048
Вода $\text{H}_2\text{O}$	1,3334	1,3330	0,00008
Гексан $\text{C}_6\text{H}_{14}$	1,3774	1,37506	0,00055
Глицерин $\text{CH}_2\text{OHCHNOHCH}_2\text{OH}$	1,4755	1,4744	0,00022
Диэтиловый эфир $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	1,35555	1,35275	0,00056
Метиловый спирт $\text{CH}_3\text{OH}$	1,3306	1,3286	0,00040
Метиловый эфир муравьиной кислоты $\text{HCOOCH}_3$	1,34426	1,34201	0,00043
Нитробензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	1,5547	1,5524	0,00046
Пиридин $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	1,51246	1,51000	0,00048
Сероуглерод $\text{CS}_2$	1,63189	1,6280	0,00078
Тиофен $\text{C}_4\text{H}_4\text{S}$	1,5306	1,5286	0,00044
Толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	1,4998	1,49693	0,00057
Уксусная кислота $\text{CH}_3\text{COOH}$	1,3736	1,3717	0,00039
Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	1,38970	1,38770	0,00040
Фенилгидразин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NNH}_2$	1,60930	1,6105	0,00024
Хлорбензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	1,52748	1,52460	0,00058
Хлороформ $\text{CHCl}_3$	1,44858	1,4456	0,00059
Четыреххлористый углерод $\text{CCl}_4$	1,46305	1,4603	0,00055
Этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	1,36330	1,3613	0,00040

**38. Критические параметры**

Для пересчета значений плотности в  $\text{kg/m}^3$  нужно табличные величины умножить на  $10^3$

Вещество	Температура, °K	Давление		Плотность, $\text{g/cm}^3$
		$\text{kN/m}^2$	атм	
<b>Простые вещества</b>				
$\text{Br}_2$	584,2	10330	102	1,18
$\text{Cl}_2$	417,1	7709	76,1	0,573
$\text{H}_2$	33,2	1296	12,8	0,031
$\text{He}$	5,2	227,9	2,25	0,07
$\text{J}_2$	826,2	—	—	—
$\text{N}_2$	126,1	3392	33,49	0,311
$\text{Ne}$	44,5	2722	26,9	0,484
$\text{O}_2$	154,4	5075	50,1	0,41

Вещество	Температура, °К	Давление		Плотность, г/см <sup>3</sup>
		кН/м <sup>2</sup>	атм	
Неорганические соединения				
CO	133,1	3 495	34,5	0,301
CO <sub>2</sub>	304,1	7 380	72,9	0,468
CS <sub>2</sub>	552,1	7 900	78	0,44
HCl	342,5	8 258	81,5	0,42
HBr	363,1	8 507	84	—
HJ	423,1	8 200	81	—
H <sub>2</sub> O	647,3	22 100	218,3	0,32
H <sub>2</sub> S	373,5	9 000	88,9	0,349
NH <sub>3</sub>	405,5	1 126	111,3	0,235
NO	180,1	6 480	64	0,52
N <sub>2</sub> O	309,6	7 260	71,7	0,457
PH <sub>3</sub>	324,4	6 530	64,5	0,30
SO <sub>2</sub>	430,6	7 880	77,8	0,524
SO <sub>3</sub>	491,3	8 480	83,8	0,633
SnCl <sub>4</sub>	591,8	3 747	37	0,742
Органические соединения				
CCl <sub>4</sub>	556,3	4 560	45,0	0,56
CHCl <sub>3</sub>	536,5	5 471	54,0	0,500
CH <sub>3</sub> Cl	416,2	6 675	65,9	0,353
CH <sub>4</sub>	190,7	4 638	45,6	0,16
CH <sub>3</sub> OH	513,1	7 954	78,5	0,272
COCl <sub>2</sub>	455,1	5 670	56	0,52
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	309,1	6 240	61,6	0,23
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	283,0	5 219	50,5	0,227
CH <sub>3</sub> COOH	594,7	568,1	57,1	0,35
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	460,3	5 267	52	—
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	305,4	4 920	48,6	0,203
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	516,1	6 380	63,0	0,276
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	508,6	4 740	46,6	0,273
(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	467,1	3 608	35,6	0,264
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	562,1	4 920	48,6	0,30

### 39. Удельная электропроводность предельно чистой воды, перегнанной в вакууме

Для пересчета удельной электропроводности  $\kappa$  в  $\text{ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  нужно табличные величины умножить на  $10^2$ .

Пример. При  $10^\circ\text{C}$   $\kappa = 2,85 \cdot 10^{-8} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  или  $2,85 \cdot 10^{-6} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ . Удельная электропроводность воды, перегнанной в присутствии воздуха, равна  $\kappa = (1 + 2) \times 10^{-4} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  или  $(1 + 2) \cdot 10^{-6} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  и возрастает с увеличением температуры на  $1^\circ\text{C}$  (вблизи комнатной температуры) на 2–2,5%.

$t, ^\circ\text{C}$	$\kappa \cdot 10^8, \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\kappa \cdot 10^8, \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\kappa \cdot 10^8, \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
10	2,85	25	(6,33)	34	9,62
18	4,41	26	6,70	35	(10,02)
20	(4,85)	30	(8,15)	50	18,9

#### 40. Эквивалентная электропроводность разбавленных водных растворов электролитов при 25°С

$$\lambda_c = \lambda^* (1 - a V c + b c)$$

$\lambda_c$  — эквивалентная электропроводность при концентрации  $c$ , моль/л. Коэффициенты  $\lambda^*$ ,  $a$  и  $b$  справедливы в области концентраций 0,001—0,1 моль/л.

Эквивалентная электропроводность  $\lambda^*$  в таблице выражена в  $\text{ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$ . Для перевода в  $\text{ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{м}^2$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-4}$ .

Электролит	$\lambda^*$	$a$	$b$	Электролит	$\lambda^*$	$a$	$b$
AgNO <sub>3</sub> . . . . .	133,3	0,68	0,35	HCl . . . . .	426,0	0,37	0,38
$\frac{1}{2}$ Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	142	1,30	-3,5	HClO <sub>4</sub> . . . . .	417	0,36	0,4
$\frac{1}{3}$ AlBr <sub>3</sub> . . . . .	139	1,64	2,2	HJ . . . . .	428	0,37	0,42
$\frac{1}{3}$ AlCl <sub>3</sub> . . . . .	137,6	1,65	2,0	HJO <sub>3</sub> . . . . .	391,2	0,38	-4,7
$\frac{1}{2}$ Ba(COOCH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	104,2	1,59	1,7	HNO <sub>3</sub> . . . . .	420	0,37	0,36
$\frac{1}{2}$ BaCl <sub>2</sub> . . . . .	139,5	1,28	1,74	KBr . . . . .	151,7	0,62	0,62
$\frac{1}{2}$ Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . .	132	1,34	1,2	KCOOCH <sub>3</sub> . . . . .	115,4	0,75	1,3
$\frac{1}{2}$ CaCl <sub>2</sub> . . . . .	135,6	1,3	1,8	KCl . . . . .	149,8	0,63	0,64
$\frac{1}{2}$ CdCl <sub>2</sub> . . . . .	104	1,65	0,9	$\frac{1}{3}$ K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> . . .	167,8	1,56	1,8
$\frac{1}{2}$ CdSO <sub>4</sub> . . . . .	105	2,89	3,7	$\frac{1}{4}$ K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> . . .	169	2,48	3,6
$\frac{1}{2}$ CoCl <sub>2</sub> . . . . .	124,5	1,37	1,2	KJ . . . . .	150,8	0,63	0,62
$\frac{1}{2}$ Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . . .	122,4	1,39	2,0	KNO <sub>3</sub> . . . . .	144,5	0,64	0,36
CsCl . . . . .	154,6	0,62	-0,7	KOH . . . . .	271	0,45	0,4
CsOH . . . . .	271	0,45	0,5	LiCl . . . . .	115	0,75	0,78
$\frac{1}{2}$ CuCl <sub>2</sub> . . . . .	131	1,33	1,5	LiJ . . . . .	117,7	0,74	0,8
$\frac{1}{2}$ CuSO <sub>4</sub> . . . . .	113	2,79	3,3	LiNO <sub>3</sub> . . . . .	111	0,77	0,45
$\frac{1}{2}$ FeCl <sub>2</sub> . . . . .	137	1,34	1,05	LiOH . . . . .	236,5	0,48	0,5
HBr . . . . .	429,4	0,37	0,35	$\frac{1}{2}$ MgBr <sub>2</sub> . . . . .	129	1,34	2,2
HSCN . . . . .	404	0,38	0,37	$\frac{1}{2}$ MnCl <sub>2</sub> . . . . .	126	1,36	1,6

Электролит	$\lambda^*$	$a$	$b$	Электролит	$\lambda^*$	$a$	$b$
$\text{NaHCO}_3$ . . . .	96,0	0,85	0,6	$\frac{1}{2} \text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ . . . .	131,8	1,34	1,5
$\text{NaOH}$ . . . .	246,5	0,47	0,3	$\text{TiCl}$ . . . . .	150,3	0,63	-1,3
$\text{NaSCN}$ . . . .	110,5	0,77	0,75	$\text{TiClO}_3$ . . . . .	137,6	0,65	0,45
$\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{SO}_4$ . . . .	129,0	1,39	1,50	$\text{TiOH}$ . . . . .	276,1	0,45	0,45
$\frac{1}{2} \text{NiCl}_2$ . . . .	123,3	1,37	1,7	$\frac{1}{3} \text{YCl}_3$ . . . . .	136	1,67	3,5
$\frac{1}{2} \text{NiSO}_4$ . . . .	100	2,7	1,6	$\frac{1}{2} \text{ZnBr}_2$ . . . . .	159	1,23	0,7
$\frac{1}{2} \text{PbCl}_2$ . . . .	145,0	1,26	-7	$\frac{1}{2} \text{ZnCOOCH}_3$ . . . . .	88	1,77	1,2
$\text{RbBr}$ . . . . .	148	0,63	0,2	$\frac{1}{2} \text{ZnCl}_2$ . . . . .	130	1,48	2,3
$\text{RbCl}$ . . . . .	153	0,62	0,7	$\frac{1}{2} \text{ZnSO}_4$ . . . . .	105	2,90	4,2
$\text{RbOH}$ . . . . .	272	0,45	0,5	$(\text{CH}_3)_4 \text{NJ}$ . . . . .	118,6	0,73	0,35
$\frac{1}{3} \text{SmCl}_3$ . . . .	139,8	1,64	3,0	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4 \text{NJ}$ . . . . .	108	0,78	—
$\frac{1}{2} \text{SrCl}_2$ . . . .	136,0	1,30	1,74	$(\text{C}_3\text{H}_7)_4 \text{NJ}$ . . . . .	100	0,83	—

**41. Числа переноса катионов в водных растворах  
электролитов при 25° С**

Электролит	Концентрация, г-экв/л					
	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0
$\text{AgNO}_3$ . . . . .	—	0,468	0,466	0,465	0,465	0,464
$\text{CaCl}_2$ . . . . .	0,395	0,406	0,414	0,422	0,426	0,438
$\text{HCl}$ . . . . .	0,834	0,831	0,829	0,827	0,825	0,821
$\text{KBr}$ . . . . .	0,484	0,483	0,483	0,483	0,483	0,485
$\text{KCOOCH}_3$ . . . . .	—	0,661	0,657	0,652	0,650	0,643
$\text{KCl}$ . . . . .	0,489	0,490	0,490	0,490	0,490	0,491
$\text{KJ}$ . . . . .	0,489	0,488	0,488	0,488	0,488	0,489
$\text{KNO}_3$ . . . . .	0,512	0,510	0,509	0,509	0,508	0,507
$\text{K}_2\text{SO}_4$ . . . . .	0,491	0,489	0,487	0,485	0,483	0,479
$\text{LaCl}_3$ . . . . .	0,423	0,438	0,448	0,458	0,462	0,477
$\text{LiCl}$ . . . . .	0,311	0,317	0,321	0,326	0,329	0,336
$\text{NH}_4\text{Cl}$ . . . . .	0,491	0,491	0,490	0,491	0,491	0,491
$\text{NaCl}$ . . . . .	0,382	0,385	0,388	0,390	0,392	0,396
$\text{NaCOOCH}_3$ . . . . .	0,561	0,559	0,557	0,555	0,554	0,551
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ . . . . .	0,383	0,383	0,383	0,384	0,385	0,386

**42. Предельная эквивалентная электропроводность ионов при бесконечном разведении при  $25^{\circ}\text{C}$  и температурный коэффициент электропроводности**

$$\lambda_0 = \lambda_{025} [1 + \alpha(t - 25)]$$

$$\alpha = \frac{1}{\lambda_{025}} \left( \frac{d\lambda}{dt} \right)$$

Эквивалентная электропроводность  $\lambda_0$  в таблице выражена в  $\text{ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$ . Для перевода в  $\text{ом}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{м}^2$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-4}$ .

Катион	$\lambda_0$	$\alpha$	Катион	$\lambda_0$	$\alpha$
$\text{Ag}^+$ . . .	61,9	0,0183	$\text{Li}^+$ . . . .	38,6	0,0189
$\frac{1}{3}\text{Al}^{3+}$ . .	63	0,021	$\frac{1}{2}\text{Mg}^{2+}$ . . .	53,0	0,0197
$\frac{1}{2}\text{Ba}^{2+}$ . .	63,6	0,0193	$\frac{1}{2}\text{Mn}^{2+}$ . . .	53,5	0,025
$\frac{1}{2}\text{Be}^{2+}$ . .	45	—	$\text{NH}_4^+$ . . . .	73,7	0,0177
$\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}$ . .	59,5	0,018	$\text{Na}^+$ . . . .	50,1	0,0188
$\frac{1}{2}\text{Cd}^{2+}$ . .	54	0,020	$\frac{1}{3}\text{Nd}^{3+}$ . . .	69,4	—
$\frac{1}{3}\text{Ce}^{3+}$ . .	69,6	—	$\frac{1}{2}\text{Ni}^{2+}$ . . .	54	—
$\frac{1}{2}\text{Co}^{2+}$ . .	49	—	$\frac{1}{2}\text{Pb}^{2+}$ . . .	70	0,0178
$\frac{1}{3}\text{Cr}^{3+}$ . .	67	—	$\frac{1}{3}\text{Pr}^{3+}$ . . .	69,5	—
$\text{Cs}^+$ . . . .	77,3	0,0172	$\frac{1}{2}\text{Ra}^{2+}$ . . .	66,8	0,0188
$\frac{1}{2}\text{Cu}^{2+}$ . .	55	0,024	$\text{Rb}^+$ . . . .	77,8	0,0189
$\frac{1}{2}\text{Fe}^{2+}$ . .	53,5	0,024	$\frac{1}{3}\text{Sm}^{3+}$ . . .	68,5	—
$\frac{1}{3}\text{Fe}^{3+}$ . .	68	—	$\frac{1}{2}\text{Sr}^{2+}$ . . .	59,5	0,0195
$\text{H}^+$ . . . .	349,8	0,0142	$\text{Tl}^+$ . . . .	74,7	0,0176
$\frac{1}{2}\text{Hg}^{2+}$ . .	63,6	—	$(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$ . .	44,9	—
$\frac{1}{2}\text{Hg}_2^{2+}$ . .	68,6	—	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}^+$ . .	32,7	—
$\text{K}^+$	73,5	0,0173	$(\text{C}_3\text{H}_7)_4\text{N}^+$ . .	23,4	—
$\frac{1}{3}\text{La}^{3+}$ . .	69,6	0,015	$(\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{N}^+$ . .	19,1	—
			$(\text{C}_5\text{H}_{11})_4\text{N}^+$ . .	17,1	—

Анион	$\lambda_0$	$\alpha$	Анион	$\lambda_0$	$\alpha$
$\text{Br}^- \dots \dots$	78,14	0,0191	$\text{NO}_3^- \dots \dots$	71,4	0,0192
$\text{BrO}_3^- \dots \dots$	55,4	—	$\text{OH}^- \dots \dots$	197,6	0,018
$\text{Cl}^- \dots \dots$	76,35	0,0202	$\frac{1}{2}\text{S}^{2-} \dots \dots$	53,5 (18°C)	—
$\text{ClO}_3^- \dots \dots$	64,6	0,0212	$\text{SCN}^- \dots \dots$	66	—
$\text{ClO}_4^- \dots \dots$	67,3	0,019	$\frac{1}{2}\text{SO}_3^{2-} \dots \dots$	72	—
$\frac{1}{2}\text{CO}_3^{2-} \dots \dots$	69,3	0,0192	$\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-} \dots \dots$	80,0	0,0206
$\frac{1}{2}\text{CrO}_4^{2-} \dots \dots$	83	0,021	$\frac{1}{2}\text{S}_2\text{O}_4^{2-} \dots \dots$	66,5	—
$\text{F}^- \dots \dots$	55,4	0,022	$\frac{1}{2}\text{WO}_4^{2-} \dots \dots$	69,4	0,020
$\frac{1}{3}\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} \dots$	99,1	—	$\text{HCOO}^- \dots \dots$	54,6	—
$\frac{1}{4}\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} \dots$	111	—	$\text{CH}_3\text{COO}^- \dots$	40,9	0,0206
$\text{HCO}_3^- \dots \dots$	44,5	—	$\text{CH}_2\text{ClCOO}^- \dots$	39,8	—
$\text{H}_2\text{PO}_4^- \dots \dots$	36	—	$\text{CH}_2\text{CNCOO}^- \dots$	41,8	—
$\text{HSO}_4^- \dots \dots$	52	—	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^- \dots$	35,8	—
$\text{J}^- \dots \dots$	76,85	0,020	$\text{COOH} \dots \dots$   $\text{COO}^-$	40,2	—
$\text{JO}_3^- \dots \dots$	40,8	0,024	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCOO}^- \dots$	34,2	—
$\text{JO}_4^- \dots \dots$	54,5	0,0144	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- \dots$	32,3	—
$\text{MnO}_4^- \dots \dots$	61,3	0,0224			
$\text{NO}_2^- \dots \dots$	71,4	0,0248			

### 43. Термодинамическая константа диссоциации слабых кислот и оснований и молекулярная электропроводность растворов при 25° С

Для пересчета значений молекулярной электропроводности  $\mu$  в  $\text{ом}^{-1} \cdot \text{с-экс}^{-1} \cdot \text{м}^2$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-4}$ .

Кислота	$K_d$	$\mu, \text{ом}^{-1} \cdot \text{с-экс}^{-1} \cdot \text{м}^2$					
		Разведение, $\lambda \cdot \text{моль}^{-1}$					
		32	64	128	256	512	1024
Акриловая $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$	$5.5 \cdot 10^{-5}$	—	—	—	—	—	—
Бензойная $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$6.3 \cdot 10^{-5}$	—	—	—	—	—	—
Борная $\text{H}_3\text{BO}_3$	(I) $5.84 \cdot 10^{-10}$ (II) $1.8 \cdot 10^{-13}$ (20° С) (III) $1.6 \cdot 10^{-14}$ (20° С)	(1.28)	(1.72)	(2.37)	(3.34)	—	—
Гидрохинон $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$	$4.5 \cdot 10^{-11}$ (20° С)	—	—	—	—	—	—
Дихлоруксусная $\text{CHCl}_2\text{COOH}$	$3.32 \cdot 10^{-2}$	269,8	309,9	338,4	359,2	375,4	383,8
Изомасляная $\text{изо-C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	$1.38 \cdot 10^{-5}$	8,0	11,4	15,9	22,2	30,8	42,6
Малениновая $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$	(I) $1.42 \cdot 10^{-2}$ (II) $7,7 \cdot 10^{-7}$	—	—	—	—	—	—
<i>n</i> -Масляная $\text{n-C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	$1.52 \cdot 10^{-5}$	8,2	11,6	16,3	22,7	31,5	43,3
Молочная $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	$1.37 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—
Муравьиная $\text{HCOOH}$	$1.772 \cdot 10^{-4}$	31,2	43,2	59,2	80,6	108,8	143
<i>m</i> -Нитробензойная $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	$3.24 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—
<i>o</i> -Нитробензойная $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	$6.75 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	—	—	—
<i>p</i> -Нитробензойная $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	$3.72 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—
<i>o</i> -Оксибензойная $\text{HOCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	$7.4 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—
<i>p</i> -Оксибензойная $\text{HOCH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	$2.62 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—
Пропионовая $\text{C}_3\text{H}_5\text{COOH}$	$1.34 \cdot 10^{-5}$	7,8	11,1	15,5	21,7	30,1	41,3
Сероводородная $\text{H}_2\text{S}$	(I) $1.1 \cdot 10^{-7}$ (II) $1 \cdot 10^{-14}$	—	—	—	—	—	—
Трихлоруксусная $\text{CCl}_3\text{COOH}$	0,2	344,3	354,8	363,5	371,4	377,0	379,5
Угольная $\text{H}_2\text{CO}_3$	(I) $4.45 \cdot 10^{-7}$ (II) $4.7 \cdot 10^{-11}$	(1.32)	(1.9)	—	—	—	—
Уксусная $\text{CH}_3\text{COOH}$	$1.754 \cdot 10^{-5}$	9,2	12,9	18,1	25,4	34,3	49,0
Фенол $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	$1.28 \cdot 10^{-10}$ (20° С)	—	—	—	—	—	—

Кислота	$K_d$	$\mu, \text{ ом}^{-1} \cdot \text{э-экт}^{-1} \cdot \text{см}^2$					
		Разведение, л·моль <sup>-1</sup>					
		32	64	128	256	512	1024
Фосфорная $\text{H}_3\text{PO}_4$	(I) $7,11 \cdot 10^{-3}$ (II) $6,34 \cdot 10^{-8}$ (III) $1,26 \cdot 10^{-12}$	156	195	240	279	317	341
<i>m</i> -Хлорбензойная $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClCOOH}$	$1,50 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—
<i>o</i> -Хлорбензойная $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClCOOH}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	—	—	—
<i>n</i> -Хлорбензойная $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClCOOH}$	$1,03 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—
Хлоруксусная $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$	$1,38 \cdot 10^{-3}$	77,2	103,2	136,1	174,8	219,4	265,7
Щавелевая $(\text{COOH})_2$	(I) $5,35 \cdot 10^{-2}$ (II) $5,18 \cdot 10^{-5}$	285	319	345	369	388	408

Основание	$K_d$	$\mu, \text{ ом}^{-1} \cdot \text{э-экт}^{-1} \cdot \text{см}^2$					
		Разведение, л·моль <sup>-1</sup>					
		8	16	32	64	128	256
Анилин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$3,82 \cdot 10^{-10}$	—	—	—	—	—	—
<i>n</i> -Бутиламин $n\text{-C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—
Гидразин $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	1,4	1,7	2,1	2,7	3,8	5,5
Гидроокись аммония $\text{NH}_4\text{OH}$	$1,79 \cdot 10^{-5}$	3,4	4,8	6,7	9,5	13,5	18,2
Диметиламин $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	17,2	24,0	33,2	45,3	61,2	80,7
Диэтиламин $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	20,4	28,8	39,7	53,8	71,8	92,7
Метиламин $\text{CH}_3\text{NH}_2$	$4,38 \cdot 10^{-4}$	15,1	21,0	28,9	39,3	53,0	70,0
Пиперидин $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	23,0	32,3	44,2	59,2	77,8	99,7
Пиридин $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}$	$1,71 \cdot 10^{-9}$	—	—	—	—	—	—
<i>n</i> -Пропиламин $n\text{-C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$	$4,7 \cdot 10^{-4}$	13,2	18,7	25,6	35,4	47,8	63,8
Триметиламин $(\text{CH}_3)_3\text{N}$	$5,45 \cdot 10^{-5}$	—	—	—	15,4	21,4	29,4
Этаноламин $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{NH}_2$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	—	—	—	—	—	—
Этиламин $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$3,4 \cdot 10^{-4}$	14,8	21,0	28,9	39,2	52,9	70,2

#### 44. pH стандартных растворов

Раствор	pH при температуре, °C						
	10	20	25	30	40	50	60
0,05 M тетраоксалат калия . . . . .	1,669	1,676	1,681	1,685	1,697	1,712	1,726
Насыщенный при 25°С раствор кислого винно-кислого калия . . . . .	—	—	3,555	3,547	3,543	3,549	3,565
0,01 M кислый винно-кислый калий . . . . .	3,671	3,647	3,637	3,633	3,630	3,640	3,654
0,05 M кислый фталево-кислый калий . . . . .	4,001	4,001	4,005	4,011	4,030	4,059	4,097
0,01 M тетраборат натрия . . . . .	9,328	9,223	9,177	9,135	9,066	9,012	8,961
0,025 M кислый сукциново-кислый натрий + + 0,025 M сукциново-кислый натрий . . . . .	—	—	5,40	—	—	—	—
0,025 M двууглекислый натрий + 0,025 M углекислый натрий . . . . .	—	—	10,02	—	—	—	—
0,01 M тринатрийфосфат . . . . .	—	—	11,72	—	—	—	—

#### 45. Цветные индикаторы

(Индикаторные константы, область перехода и окраска при комнатной температуре)

Индикатор	pK	Область перехода pH	Окраска	
Тимоловый голубой . . . . .	1,51	1,2—2,8	Красная	Желтая
β-Динитрофенол . . . . .	3,69	2,2—4,0	Бесцветная	Желтая
Метиловый оранжевый . . . . .	3,7	3,1—4,4	Красная	»
Бромфеноловый голубой . . . . .	3,98	3,0—4,6	Желтая	Голубая
α-Динитрофенол . . . . .	4,06	2,8—4,5	Бесцветная	Желтая
Бромкрезоловый зеленый . . . . .	4,67	3,8—5,4	Желтая	Голубая
Метиловый красный . . . . .	5,1	4,2—6,3	Красная	Желтая
γ-Динитрофенол . . . . .	5,2	4,0—5,5	Бесцветная	»
Бромкрезоловый пурпурный . . . . .	6,3	5,2—6,8	Желтая	Пурпурная
Бромтимоловый голубой . . . . .	7,0	6,0—7,6	»	Голубая
n-Нитрофенол . . . . .	7,1	5,6—7,6	Бесцветная	Желтая
Феноловый красный . . . . .	7,9	6,8—8,4	Желтая	Красная
Крезоловый красный . . . . .	8,3	7,2—8,8	»	»
m-Нитрофенол . . . . .	8,35	6,7—8,4	Бесцветная	Желтая
Тимоловый голубой . . . . .	8,9	8,0—9,6	Желтая	Голубая
Фенолфталеин . . . . .	9,4	8,3—10,0	Бесцветная	Красная

**46. Ионное произведение воды  $K_B = a_{H^+} \cdot a_{OH^-}$  при различной температуре**

$t, ^\circ C$	$K_B \cdot 10^{14}$						
0	0,1139	20	0,6809	25	1,008	50	5,474
5	0,1846	21	0,742	30	1,469	55	7,297
10	0,2920	22	0,802	35	2,089	60	9,614
15	0,4505	23	0,868	40	2,919	100	59,0
18	0,5702	24	0,948	45	4,018		

**47. Произведение растворимости при  $25^\circ C$**

$$v = v_+ + v_-$$

Твердая фаза	$L, (g\text{-ион}/L)^v$	Твердая фаза	$L, (g\text{-ион}/L)^v$
AgBr . . . . .	$5 \cdot 10^{-13}$	CuJ . . . . .	$1,1 \cdot 10^{-12}$
AgCl . . . . .	$1,73 \cdot 10^{-10}$	Fe(OH) <sub>2</sub> . . . . .	$1,6 \cdot 10^{-15}$
AgJ . . . . .	$8,1 \cdot 10^{-17}$	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> . . . . .	$1,1 \cdot 10^{-18}$
AgBrO <sub>3</sub> . . . . .	$6 \cdot 10^{-5}$	Hg <sub>2</sub> J <sub>2</sub> . . . . .	$4,4 \cdot 10^{-29}$
AgJO <sub>3</sub> . . . . .	$2,5 \cdot 10^{-8}$	Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	$6,4 \cdot 10^{-7}$
Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> . . . . .	$1,1 \cdot 10^{-12}$	Ni(OH) <sub>2</sub> . . . . .	$1,3 \cdot 10^{-16}$
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	$1,1 \cdot 10^{-5}$	PbBr <sub>2</sub> . . . . .	$6,1 \cdot 10^{-6}$
Al(OH) <sub>3</sub> . . . . .	$5 \cdot 10^{-33}$	PbCl <sub>2</sub> . . . . .	$1,56 \cdot 10^{-5}$
BaSO <sub>3</sub> . . . . .	$9,5 \cdot 10^{-10}$	PbJ <sub>2</sub> . . . . .	$8,1 \cdot 10^{-9}$
BaSO <sub>4</sub> . . . . .	$1,5 \cdot 10^{-9}$	Pb(OH) <sub>2</sub> . . . . .	$4,2 \cdot 10^{-15}$
CaHPO <sub>4</sub> . . . . .	$2 \cdot 10^{-6}$	PbSO <sub>4</sub> . . . . .	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Ca(OH) <sub>2</sub> . . . . .	$1,3 \cdot 10^{-6}$	TlBr . . . . .	$3,6 \cdot 10^{-6}$
CaSO <sub>4</sub> . . . . .	$3,7 \cdot 10^{-5}$	TlCl . . . . .	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Cd(OH) <sub>2</sub> . . . . .	$1,8 \cdot 10^{-14}$	TlJ . . . . .	$8,9 \cdot 10^{-8}$
Co(OH) <sub>2</sub> . . . . .	$2,5 \cdot 10^{-16}$	ZnS . . . . .	$1,3 \cdot 10^{-23}$

## 48. Коэффициенты активности $\gamma_{\pm}$ сильных электролитов при 25° С

Электролит	Концентрация, моль/1000 г воды											
	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0
AgNO <sub>3</sub> . . .	—	—	0,925	0,897	0,860	0,793	0,734	0,657	0,536	0,429	0,316	0,252
AlCl <sub>3</sub> . . .	—	—	—	—	—	0,447	0,337	0,305	0,331	0,539	—	—
Al (ClO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0,78	0,72	0,62	0,53	0,45	0,35	0,30	0,27	0,26	—	—	—
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	0,035	0,023	0,014	0,018	—	—
BaCl <sub>2</sub> . . .	0,881	0,840	0,774	0,716	0,651	0,564	0,500	0,444	0,397	0,395	—	—
Ba(OH) <sub>2</sub>	—	0,853	0,773	0,712	0,627	0,526	0,443	0,370	—	—	—	—
CaCl <sub>2</sub> . . .	0,889	0,852	0,789	0,731	0,668	0,583	0,518	0,472	0,448	0,500	0,792	—
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,88	0,84	0,77	0,71	0,64	0,545	0,485	0,426	0,363	0,336	0,345	0,380
CdCl <sub>2</sub> . . .	0,819	0,743	0,623	0,524	0,456	0,304	0,228	0,164	0,101	0,0669	0,0441	0,0352
CdJ <sub>2</sub> . . .	—	—	0,490	0,379	0,281	0,167	0,106	0,0685	0,0376	0,0251	0,0180	—
CdSO <sub>4</sub> . . .	0,726	0,639	0,5C5	0,399	0,307	0,206	0,150	0,102	0,061	0,041	0,032	0,033
CoCl <sub>2</sub> . . .	—	—	—	—	—	—	0,522	0,479	0,462	0,531	0,860	1,458
Co (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	0,518	0,471	0,445	0,490	0,726	1,182
Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	0,0458	0,0300	0,0190	0,0208	—	—
CsCl . . .	—	—	0,92	0,90	0,86	0,809	0,756	0,694	0,606	0,544	0,495	0,479
CsJ . . .	—	—	—	—	—	—	0,754	0,692	0,599	0,533	0,470	0,434
CuCl <sub>2</sub> . . .	0,888	0,849	0,783	0,723	0,659	0,577	0,508	0,455	0,411	0,417	0,466	0,520
CuSO <sub>4</sub> . . .	0,74	—	0,573	0,438	0,317	0,217	0,154	0,104	0,062	0,043	—	—
FeCl <sub>2</sub> . . .	0,89	0,86	0,80	0,75	0,70	0,62	0,52	0,47	0,45	0,51	0,79	—
HBr . . .	0,966	—	0,930	0,906	0,879	0,838	0,805	0,782	0,789	0,871	1,183	1,693
HCl . . .	0,965	0,952	0,928	0,904	0,875	0,830	0,796	0,767	0,757	0,809	1,009	1,316
HClO <sub>4</sub> . . .	—	—	—	—	—	—	0,803	0,778	0,769	0,823	1,055	1,448
HF . . .	0,544	—	0,300	0,224	—	0,106	0,077	0,031	—	0,024	—	—
HNO <sub>3</sub> . . .	0,965	0,951	0,927	0,902	0,871	0,823	0,791	0,754	0,720	0,724	0,793	0,909
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . .	0,830	0,757	0,639	0,544	0,453	0,340	0,265	0,209	0,156	0,132	0,128	0,142
KBr . . .	0,965	0,952	0,927	0,903	0,872	0,822	0,772	0,722	0,657	0,617	0,593	0,595
KCl . . .	0,965	0,952	0,927	0,902	0,869	0,816	0,770	0,718	0,619	0,604	0,573	0,569
KClO <sub>3</sub> . . .	0,967	0,955	0,932	0,907	0,875	0,813	0,749	0,681	0,568	—	—	—
KClO <sub>4</sub> . . .	0,965	0,951	0,924	0,895	0,857	—	—	—	—	—	—	—
KF . . .	—	—	—	—	—	—	0,775	0,727	0,670	0,645	0,658	0,705
K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	—	—	—	—	—	—	0,268	0,212	0,155	0,128	—	—
K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	—	—	—	—	—	0,19	0,139	0,100	0,062	—	—	—
KJ . . .	0,952	—	0,928	0,903	0,872	0,820	0,778	0,733	0,676	0,645	0,637	0,652
KNO <sub>3</sub> . . .	0,965	0,951	0,926	0,898	0,862	0,799	0,739	0,663	0,545	0,443	0,333	0,269
KOH . . .	—	—	—	—	—	0,824	0,798	0,760	0,732	0,756	0,888	1,081
LaBr <sub>3</sub> . . .	0,790	0,729	0,639	0,562	0,490	0,402	—	—	—	—	—	—

## Концентрация, моль/1000 г воды

Электролит	Концентрация, моль/1000 г воды											
	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0
LaCl <sub>3</sub> . . . .	0,790	0,729	0,636	0,560	0,483	0,388	0,314	0,274	0,266	0,342	0,825	—
LiCl . . . .	0,963	0,948	0,921	0,895	0,865	0,819	0,790	0,757	0,739	0,774	0,921	1,156
LiClO <sub>4</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0,812	0,794	0,808	0,887	1,158	1,582
MgCl <sub>2</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0,529	0,489	0,481	0,570	1,053	2,32
Mg (ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . .	—	—	—	—	—	—	0,590	0,578	0,647	0,946	2,65	9,19
MgSO <sub>4</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0,150	0,108	0,068	0,049	0,042	0,049
NH <sub>4</sub> Cl . . . .	—	—	0,924	0,896	0,862	0,808	0,770	0,718	0,649	0,603	0,570	0,561
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> . . . .	—	—	0,925	0,897	0,860	0,799	0,740	0,677	0,582	0,504	0,419	0,368
NaBr . . . .	0,97	0,96	0,94	0,91	0,89	0,85	0,782	0,741	0,697	0,687	0,731	0,812
NaCl . . . .	0,965	0,952	0,928	0,903	0,872	0,822	0,778	0,735	0,681	0,657	0,744	0,814
NaClO <sub>3</sub> . . . .	0,965	0,953	0,928	0,904	0,873	0,822	0,775	0,720	0,645	0,589	0,538	0,515
NaClO <sub>4</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0,775	0,729	0,668	0,629	0,609	0,611
NaF . . . .	—	—	—	—	—	—	0,765	0,710	0,632	0,573	—	—
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . .	—	—	—	—	—	—	0,744	0,675	0,563	0,468	0,371	0,320
NaJ . . . .	—	—	—	—	—	—	0,787	0,751	0,723	0,736	0,820	0,963
NaNO <sub>3</sub> . . . .	0,966	0,953	0,929	0,905	0,873	0,821	0,762	0,703	0,617	0,548	0,478	0,437
NaOH . . . .	—	—	—	0,905	0,871	0,818	0,766	0,727	0,690	0,678	0,709	0,784
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . .	0,887	0,847	0,778	0,714	0,642	0,536	0,445	0,365	0,266	0,201	0,152	0,137
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0,457	0,382	0,292	0,234	0,198	0,199
NiSO <sub>4</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0,150	0,105	0,063	0,042	0,034	—
Pb (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . .	0,88	0,84	0,76	0,69	0,60	0,46	0,37	0,27	0,17	0,11	—	—
SnCl <sub>2</sub> . . . .	0,809	0,716	0,624	0,512	0,398	0,283	0,233	—	—	—	—	—
TICl . . . .	0,962	0,946	—	0,876	—	—	—	—	—	—	—	—
TIClO <sub>4</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0,730	0,652	0,527	—	—	—
UO <sub>2</sub> (ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	0,626	0,634	0,790	1,390	5,91	30,9
UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . .	—	—	—	—	—	—	0,551	0,520	0,542	0,689	1,237	2,03
ZnBr <sub>2</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0,547	0,510	0,511	0,552	0,572	0,598
ZnCl <sub>2</sub> . . . .	0,88	0,84	0,77	0,71	0,64	0,56	0,515	0,462	0,394	0,339	0,289	0,287
ZnSO <sub>4</sub> . . . .	0,700	0,608	0,477	0,387	0,298	0,202	0,150	0,104	0,063	0,043	0,035	0,041
HCOONa . . . .	—	—	—	—	—	—	0,778	0,734	0,685	0,661	0,658	0,678
CH <sub>3</sub> COOCs . . . .	—	—	—	—	—	—	0,799	0,771	0,762	0,802	0,95	1,145
CH <sub>3</sub> COOLi . . . .	—	—	—	—	—	—	0,784	0,742	0,700	0,689	0,729	0,798
CH <sub>3</sub> COONa . . . .	—	—	—	—	—	—	0,791	0,757	0,735	0,757	0,851	0,982
CH <sub>3</sub> COORb . . . .	—	—	—	—	—	—	0,796	0,767	0,755	0,792	0,933	1,126
CH <sub>3</sub> COOTl . . . .	—	—	—	—	—	—	0,750	0,686	0,589	0,515	0,444	0,405
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COONA . . . .	—	—	—	—	—	—	0,800	0,772	0,764	0,808	0,966	1,160
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COONA . . . .	—	—	—	—	—	—	0,800	0,774	0,782	0,868	1,083	1,278
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COONA . . . .	—	—	—	—	—	—	0,800	0,776	0,790	0,868	1,030	0,982
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COONa . . . .	—	—	—	—	—	—	0,803	0,779	0,794	0,858	0,763	0,612

Электролит	Концентрация, моль/1000 г воды							
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
AgNO <sub>3</sub> . . . .	0,21	0,181	0,159	0,142	0,129	0,118	0,109	0,102
CaCl <sub>2</sub> . . . .	2,93	5,89	11,11	18,28	26,0	34,2	43,0	—
HCl . . . . .	1,762	2,38	3,22	4,37	5,90	7,94	10,44	13,51
HClO <sub>4</sub> . . . .	2,08	3,11	4,76	7,44	11,83	19,11	30,9	50,1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . .	0,170	0,208	0,257	0,317	0,386	0,467	0,559	0,643
KOH . . . . .	1,352	1,72	2,20	2,88	3,77	4,86	6,22	8,10
LiCl . . . . .	1,510	2,02	2,72	3,71	5,10	6,96	9,40	12,55
NH <sub>4</sub> Cl . . . .	0,560	0,562	0,564	0,566	—	—	—	—
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> . . . .	0,331	0,302	0,279	0,261	0,245	0,232	0,221	0,210
NaClO <sub>4</sub> . . . .	0,626	0,649	0,677	—	—	—	—	—
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . . . .	0,293	0,276	0,265	—	—	—	—	—
NaOH . . . . .	0,903	1,077	1,299	1,603	2,01	2,55	3,23	4,10
UO <sub>2</sub> (ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .	160,2	750	—	—	—	—	—	—
ZnBr <sub>2</sub> . . . . .	0,664	0,774	0,930	1,149	1,439	1,809	2,26	—
ZnCl <sub>2</sub> . . . . .	0,307	0,354	0,417	0,499	0,607	0,737	0,898	—

Электролит	Концентрация, моль/1000 г воды								
	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
AgNO <sub>3</sub> . . . .	0,096	0,090	—	—	—	—	—	—	—
HCl . . . . .	17,25	21,8	27,3	34,1	42,4	—	—	—	—
HClO <sub>4</sub> . . . .	80,8	129,5	205,0	322,0	500,0	—	—	—	—
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . .	0,742	0,830	0,967	1,093	1,234	1,387	—	—	—
KOH . . . . .	10,5	13,2	15,8	19,6	24,6	—	—	—	—
LiCl . . . . .	16,41	20,9	26,2	31,9	37,9	43,8	49,9	56,3	62,4
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> . . . .	0,202	0,194	0,186	0,180	0,174	0,168	0,163	0,158	0,153
NaOH . . . . .	5,19	6,50	8,04	9,74	11,58	13,47	15,41	17,38	19,33
ZnBr <sub>2</sub> . . . . .	3,39	—	4,63	—	5,90	—	6,92	—	7,86
ZnCl <sub>2</sub> . . . . .	1,294	—	1,73	—	2,18	—	2,63	—	3,06

**49. Соотношение между моляльностью  $m$ , средней ионной моляльностью  $m_{\pm}$ , активностью  $a$  и средним ионным коэффициентом активности  $\gamma_{\pm}$  для различных электролитов**

Тип валентности электролита	Пример	$\gamma_{\pm}$	$m_{\pm} = \left( \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} \right)^{\frac{1}{v}} m$	$a = (m_{\pm} \gamma_{\pm})^v$
Незелектролит	Сахароза	—	—	$m\gamma$
1-1; 2-2; 3-3	KCl, ZnSO <sub>4</sub> , LaFe(CN) <sub>6</sub>	$(v_1 v_2)^{\frac{1}{2}}$	$m$	$m^2 \gamma_{\pm}^2$
2-1	CaCl <sub>2</sub>	$(v_1 v_2)^{\frac{1}{3}}$	$4^{\frac{1}{3}} m$	$4m^3 \gamma_{\pm}^3$
1-2	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$(v_1^2 v_2)^{\frac{1}{3}}$	$4^{\frac{1}{3}} m$	$4m^3 \gamma_{\pm}^3$
3-1	LaCl <sub>3</sub>	$(v_1 v_2^3)^{\frac{1}{4}}$	$27^{\frac{1}{4}} m$	$27m^4 \gamma_{\pm}^4$
1-3	K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	$(v_1^3 v_2)^{\frac{1}{4}}$	$27^{\frac{1}{4}} m$	$27m^4 \gamma_{\pm}^4$
4-1	Th(NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	$(v_1 v_2^4)^{\frac{1}{5}}$	$256^{\frac{1}{5}} m$	$256m^5 \gamma_{\pm}^5$
1-4	K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	$(v_1^4 v_2)^{\frac{1}{5}}$	$256^{\frac{1}{5}} m$	$256m^5 \gamma_{\pm}^5$
3-2	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	$(v_1^2 v_2^3)^{\frac{1}{5}}$	$108^{\frac{1}{5}} m$	$108m^5 \gamma_{\pm}^5$

П р и м е ч а н и е.  $v_1$  — число катионов;  $v_2$  — число анионов;  $v = v_1 + v_2$  — общее число катионов и анионов. Индексы 1,2 относятся к катиону и аниону соответственно.

**50. Осмотические коэффициенты  $g$  электролитов при 25° С**

$m, \text{моль}/1000 \text{ г}$ $\text{H}_2\text{O}$	HCl	HClO <sub>4</sub>	NaOH	NaCl	NaClO <sub>4</sub>	NaBr	NaNO <sub>3</sub>	KCl	KNO <sub>3</sub>	KOH
0,1	0,943	0,947	0,925	0,932	0,930	0,934	0,921	0,927	0,906	0,933
0,2	0,945	0,951	0,925	0,925	0,920	0,928	0,902	0,913	0,873	0,930
0,3	0,952	0,958	0,929	0,922	0,915	0,928	0,890	0,906	0,851	0,934
0,4	0,963	0,966	0,933	0,920	0,912	0,929	0,881	0,902	0,833	0,941
0,5	0,974	0,976	0,937	0,921	0,910	0,933	0,873	0,899	0,817	0,951
0,6	0,986	0,988	0,941	0,923	0,909	0,937	0,867	0,898	0,802	0,960
0,7	0,998	1,000	0,945	0,926	0,910	0,942	0,862	0,897	0,790	0,970
0,8	1,011	1,013	0,949	0,929	0,911	0,947	0,858	0,897	0,778	0,982
0,9	1,025	1,026	0,953	0,932	0,912	0,953	0,854	0,897	0,767	0,992
1,0	1,039	1,041	0,958	0,936	0,913	0,958	0,851	0,897	0,756	1,002
1,2	1,067	1,072	0,969	0,943	0,916	0,969	0,845	0,899	0,736	1,025
1,4	1,096	1,106	0,980	0,951	0,920	0,983	0,839	0,901	0,718	1,050
1,6	1,126	1,141	0,991	0,962	0,925	0,997	0,835	0,904	0,700	1,075
1,8	1,157	1,175	1,002	0,972	0,930	1,012	0,830	0,908	0,684	1,099
2,0	1,188	1,210	1,015	0,983	0,934	1,028	0,826	0,912	0,669	1,124
2,5	1,266	1,305	1,054	1,013	0,947	1,067	0,817	0,924	0,631	1,183
3,0	1,348	1,406	1,094	1,045	0,960	1,107	0,810	0,937	0,602	1,248
3,5	1,431	1,511	1,139	1,080	0,975	1,150	0,804	0,950	0,577	1,317
4,0	1,517	1,622	1,195	1,116	0,991	1,199	0,797	0,960	—	1,387
4,5	1,598	1,738	1,255	1,153	1,008	—	0,792	0,980	—	1,459
5,0	1,680	1,860	1,314	1,192	1,025	—	0,788	—	—	1,524
5,5	1,763	1,981	1,374	1,231	1,042	—	0,787	—	—	1,594
6,0	1,845	2,106	1,434	1,271	1,060	—	0,788	—	—	1,661

## 51. Стандартные электродные потенциалы $\phi^0$ в воде при 25°С

Электрод	Реакция	$\phi^0, \text{в}$
Электроды, обратимые относительно катиона		
$\text{Li}^+, \text{Li}$	$\text{Li}^+ + e \rightarrow \text{Li}$	-3,045
$\text{K}^+, \text{K}$	$\text{K}^+ + e \rightarrow \text{K}$	-2,925
$\text{Rb}^+, \text{Rb}$	$\text{Rb}^+ + e \rightarrow \text{Rb}$	-2,925
$\text{Cs}^+, \text{Cs}$	$\text{Cs}^+ + e \rightarrow \text{Cs}$	-2,923
$\text{Ca}^{2+}, \text{Ca}$	$\text{Ca}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Ca}$	-2,87
$\text{Na}^+, \text{Na}$	$\text{Na}^+ + e \rightarrow \text{Na}$	-2,714
$\text{Mg}^{2+}, \text{Mg}$	$\text{Mg}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Mg}$	-2,37
$\text{Be}^{2+}, \text{Be}$	$\text{Be}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Be}$	-1,85
$\text{U}^{3+}, \text{U}$	$\text{U}^{3+} + 3e \rightarrow \text{U}$	-1,80
$\text{Al}^{3+}, \text{Al}$	$\text{Al}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+}, \text{Zn}$	$\text{Zn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn}$	-0,763
$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}$	$\text{Fe}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Fe}$	-0,440
$\text{Cd}^{2+}, \text{Cd}$	$\text{Cd}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cd}$	-0,403
$\text{Tl}^+, \text{Tl}$	$\text{Tl}^+ + e \rightarrow \text{Tl}$	-0,336
$\text{Co}^{2+}, \text{Co}$	$\text{Co}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Co}$	-0,27
$\text{Ni}^{2+}, \text{Ni}$	$\text{Ni}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Ni}$	-0,24
$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}$	$\text{Sn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Sn}$	-0,140
$\text{Pb}^{2+}, \text{Pb}$	$\text{Pb}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Pb}$	-0,126
$\text{H}^+, \text{H}_2$	$\text{H}^+ + e \rightarrow \frac{1}{2} \text{H}_2$	0,000
$\text{Cu}^{2+}, \text{Cu}$	$\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$	+0,337
$\text{Cu}^+, \text{Cu}$	$\text{Cu}^+ + e \rightarrow \text{Cu}$	+0,521
$\text{Hg}_2^{2+}, \text{Hg}$	$\frac{1}{2} \text{Hg}_2^{2+} + e \rightarrow \text{Hg}$	+0,798 *
$\text{Ag}^+, \text{Ag}$	$\text{Ag}^+ + e \rightarrow \text{Ag}$	+0,799
$\text{Hg}^{2+}, \text{Hg}$	$\text{Hg}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Hg}$	+0,854
$\text{Au}^{3+}, \text{Au}$	$\text{Au}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Au}$	+1,50
$\text{Pu}^{3+}, \text{Pu}$	$\text{Pu}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Pu}$	+2,03
Электроды, обратимые относительно аниона		
$\text{S}, \text{S}^{2-}$	$\text{S} + 2e \rightarrow \text{S}^{2-}$	-0,48
$\text{O}_2, \text{OH}^-$	$\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightarrow 2\text{OH}^-$	+0,401
$\text{J}_2(\text{тв.}), \text{J}^-$	$\frac{1}{2} \text{J}_2 + e \rightarrow \text{J}^-$	+0,536

\* По Латимеру,  $\phi^0_{\text{Hg}_2^{2+}, \text{Hg}} = 0,789 \text{ в.}$

Электрод	Реакция	$\phi^0, \text{в}$
$\text{Br}_2$ (ж.), $\text{Br}^-$	$\frac{1}{2} \text{Br}_2 + e \longrightarrow \text{Br}^-$	+1,065
$\text{Cl}_2$ (г.), $\text{Cl}^-$	$\frac{1}{2} \text{Cl}_2 + e \longrightarrow \text{Cl}^-$	+1,360
$\text{F}_2$ (г.), $\text{F}^-$	$\frac{1}{2} \text{F}_2 + e \longrightarrow \text{F}^-$	+2,87

## Электроды второго рода

$\text{Ca}, \text{Ca}(\text{OH})_2, \text{OH}^-$	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2e \longrightarrow \text{Ca} + 2\text{OH}^-$	-3,02
$\text{Ti}, \text{TiJ}, \text{J}^-$	$\text{TiJ} + e \longrightarrow \text{Ti} + \text{J}^-$	-0,753
$\text{Pb}, \text{PbO}, \text{OH}^-$	$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2e \longrightarrow \text{Pb} + 2\text{OH}^-$	-0,578
$\text{Pb}, \text{PbSO}_4, \text{SO}_4^{2-}$	$\text{PbSO}_4 + 2e \longrightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0,356
$\text{Ag}, \text{AgJ}, \text{J}^-$	$\text{AgJ} + e \longrightarrow \text{Ag} + \text{J}^-$	-0,152
$\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{J}_2, \text{J}^-$	$\frac{1}{2} \text{Hg}_2\text{J}_2 + e \longrightarrow \text{Hg} + \text{J}^-$	-0,040
$\text{Ag}, \text{AgBr}, \text{Br}^-$	$\text{AgBr} + e \longrightarrow \text{Ag} + \text{Br}^-$	+0,071
$\text{Hg}, \text{HgO}, \text{OH}^-$	$\text{HgO} + \text{H}_2\text{O} + 2e \longrightarrow \text{Hg} + 2\text{OH}^-$	+0,098
$\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{Br}_2, \text{Br}^-$	$\frac{1}{2} \text{Hg}_2\text{Br}_2 + e \longrightarrow \text{Hg} + \text{Br}^-$	+0,140
$\text{Ag}, \text{AgCl}, \text{Cl}^-$	$\text{AgCl} + e \longrightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0,222
$\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Cl}^- *$	$\frac{1}{2} \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + e \longrightarrow \text{Hg} + \text{Cl}^-$	+0,268
$\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{SO}_4, \text{SO}_4^{2-}$	$\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2e \longrightarrow 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$	+0,615

## Окислительно-восстановительные электроды

$\text{Cr}^{3+}, \text{Cr}^{2+}$ (Pt)	$\text{Cr}^{3+} + e \longrightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0,41
$\text{H}^+, \text{H}_3\text{PO}_4, \text{H}_3\text{PO}_3$ (Pt)	$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2e \longrightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-0,276
$\text{V}^{3+}, \text{V}^{2+}$ (Pt)	$\text{V}^{3+} + e \longrightarrow \text{V}^{2+}$	-0,255

\* Потенциалы каломельных электродов:

	$\Phi, \text{в}$
$\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl}$ , насыщ.	+0,2415
$\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl}$ , 1,0 н.	+0,2812
$\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl}$ , 0,1 н.	+0,3341

Электрод	Реакция	$\Phi^0, \text{ в}$
Окислительно-восстановительные электроды		
$\text{H}^+$ , $\text{HCOOH}$ , $\text{CO}_2$ (Pt)	$\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{HCOOH}$	-0,196
$\text{H}^+$ , $\text{GeO}_2$ , Ge	$\text{GeO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \rightarrow \text{Ge} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,15
$\text{H}^+$ , $\text{HCOOH}$ , $\text{HCOH}$ (Pt)	$\text{HCOOH} + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{HCOH} + \text{H}_2\text{O}$	+0,056
$\text{Sn}^{4+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ (Pt)	$\text{Sn}^{4+} + 2e \rightarrow \text{Sn}^{2+}$	+0,15
$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cu}^+$ (Pt)	$\text{Cu}^{2+} + e \rightarrow \text{Cu}^+$	+0,153
$\text{H}^+$ , $\text{UO}_2^{2+}$ , $\text{U}^{4+}$ (Pt)	$\text{UO}_2^{2+} + 4\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{U}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,334
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ (Pt)	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + e \rightarrow \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	+0,36
$\text{J}_3^-$ , $\text{J}^-$ (Pt)	$\text{J}_3^- + 2e \rightarrow 3\text{J}^-$	+0,536
$\text{MnO}_4^-$ , $\text{MnO}_4^{2-}$ (Pt)	$\text{MnO}_4^- + e \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$	+0,564
$\text{H}^+$ , $\text{H}_3\text{AsO}_4$ , $\text{HAsO}_2$ (Pt)	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,559
$\text{H}^+$ , $\text{UO}_2^+$ , $\text{U}^{4+}$ (Pt)	$\text{UO}_2^+ + 4\text{H}^+ + e \rightarrow \text{U}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,62
$\text{H}^+$ , $\text{H}_2\text{O}_2$ , $\text{O}_2$ (Pt)	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$	+0,682
$\text{H}^+$ , $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ (Pt)	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$	+0,699
$\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ (Pt)	$\text{Fe}^{3+} + e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,771
$\text{H}^+$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{HNO}_2$ (Pt)	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,94
$\text{H}^+$ , $\text{NO}_3^-$ , NO (Pt)	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 4e \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,96
$\text{Pu}^{4+}$ , $\text{Pu}^{3+}$ (Pt)	$\text{Pu}^{4+} + e \rightarrow \text{Pu}^{3+}$	+0,97
$\text{H}^+$ , $\text{HNO}_2$ , NO (Pt)	$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + e \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,00
$\text{H}^+$ , $\text{ClO}_4^-$ , $\text{ClO}_3^-$ (Pt)	$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,19
$\text{H}^+$ , $\text{JO}_3^-$ , $\text{J}_2$ (Pt)	$\text{JO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5e \rightarrow \frac{1}{2}\text{J}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,195
$\text{Tl}^{3+}$ , $\text{Tl}^+$ (Pt)	$\text{Tl}^{3+} + 2e \rightarrow \text{Tl}^+$	+1,25
$\text{H}^+$ , $\text{PbO}_2$ , $\text{Pb}^{2+}$ (Pt)	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,455
$\text{H}^+$ , $\text{MnO}_4^-$ , $\text{Mn}^{2+}$ (Pt)	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
$\text{Ce}^{4+}$ , $\text{Ce}^{3+}$ (Pt)	$\text{Ce}^{4+} + e \rightarrow \text{Ce}^{3+}$	+1,61
$\text{PbO}_2$ , $\text{H}^+$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{PbSO}_4$ (Pt)	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2e \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,685
$\text{Co}^{3+}$ , $\text{Co}^{2+}$ (Pt)	$\text{Co}^{3+} + e \rightarrow \text{Co}^{2+}$	+1,82

## 52. Диффузионные потенциалы $\Phi_D$ при 25° С

На поверхности раздела разных электролитов

Граница	$c_1 = c_2$	$\Phi_D$ набл. мв	$\Phi_D$ выч. мв
HCl/KCl	0,1	26,8	28,5
	0,01	25,7	27,5
HCl/NaCl	0,1	33,1	33,4
	0,01	33,1	32,0
HCl/LiCl	0,1	34,9	36,1
	0,01	33,8	34,6
KCl/LiCl	0,1	8,8	7,6
	0,01	8,2	7,1
NaCl/LiCl	0,1	2,6	2,8
	0,01	2,6	2,5

На поверхности раздела одного и того же электролита различной концентрации

Электролит	$c_1$	$c_2$	$\Phi_D$ , мв
HCl	0,005	0,01	+11,1
	0,005	0,04	+33,3
NaCl	0,005	0,01	-3,7
	0,005	0,04	-11,1
KCl	0,005	0,01	-0,3
	0,005	0,04	-1,0

## 53. Температурные коэффициенты электродвижущей силы

Реакция	$t$ , °C	$E$ , в	$\frac{dE}{dT} \cdot 10^4$ , в·град $^{-1}$	$\Delta H^\circ$	
				кдж/моль	ккал/моль
$Zn + 2AgCl \rightleftharpoons ZnCl_2(0,555m) + 2Ag$	0	1,015	-4,02	-244,3	-52,046
$Pb + 2AgJ \rightleftharpoons PbJ_2 + 2Ag$	25	0,21069	-1,38	-48,75	-11,650
$Cd + 2AgCl + 2,5H_2O \rightleftharpoons CdCl_2 \cdot 2,5H_2O + 2Ag$	25	0,67531	-6,5	-165,4	-39,530
$Cd + PbCl_2 + 2,5H_2O \rightleftharpoons CdCl_2 \cdot 2,5H_2O + Pb$	25	0,18801	-4,8	-61,31	-14,650

**54. Величина  $\frac{2,303RT}{F}$  при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{2,303RT}{F}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{2,303RT}{F}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{2,303RT}{F}$
0	0,0542	19	0,0579	24	0,0589
5	0,0552	20	0,0581	25	0,0591
10	0,0562	21	0,0583	30	0,0601
15	0,0572	22	0,0585	35	0,0611
18	0,0577	23	0,0587	40	0,0621

**55. Потенциалы нулевого заряда**

Работа выхода электронов  $W_e$  и потенциал нулевого заряда  $\Phi_{n, z}$

Металл	$W_e$		$-\Phi_{n, z}, \text{мв}$		Металл	$W_e$		$-\Phi_{n, z}, \text{мв}$	
	кДж/г-ат (средн.)	зр	в растворах	в расплавах		кДж/г-ат (средн.)	зр	в растворах	в расплавах
Cr	433,5	4,4—4,6	450	—	Cd	380,5	3,9—4,0	680—900	800
Hg	433,5	4,5	230—210	—	Mg	347	3,6	—	1670
Cu	424,0	4,3—4,5	30—40	—	Pt*	515,5	5,3—5,4	—10—1200	—
Sn	424,0	4,3—4,4	360	—	Ni*	457,5	4,6—4,9	200—400	—
Zn	418,0	4,3	600—630	—	W*	433,5	4,5	300—370	—
Al	404,5	4,2	—	1120	Fe*	419,0	4,2—4,5	300—400	—
Sb	395,0	4,1	0	170	Mo*	404,5	4,2	350—395	—
Pb	390,0	4,0—4,1	690	550	Co*	404,5	4,0—4,4	210—485	—

Примечание. Звездочкой отмечены металлы,  $\Phi_{n, z}$  которых зависит от pH раствора.

**Потенциал нулевого заряда  $\Phi_{n, z}$  (мв) некоторых металлов при различных значениях pH электролита**

pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл													
Hg	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-205
Cu	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-10	+30
Cd	—	—	-680	-680	-680	-680	—	—	—	—	—	—	—
Zn (0001)	—	—	-600	-600	-600	-600	-600	—	—	—	—	—	—
Fe	—	-300	-350	-380	-400	—	—	—	—	—	—	—	—
Co	-210	-330	-400	-450	-470	-480	-485	—	—	—	—	—	—
Ni	—	-230	-290	-320	-340	-350	-360	—	—	—	—	—	—
Pt	+1200*	—	+480	+300	+190	+110	+70	+50	+40	+20	+10	—	—
W	—	-300	-325	-340	—	-350	—	-360	—	—	—	-370	—
Mo	—	-350	-370	-380	—	-390	—	-395	—	—	-395	—	—

Примечания. Измерения при pH=2—12 проводили в 0,02 н. растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  с добавками  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или  $\text{NaOH}$ .

$\Phi_{n, z}$  при  $\text{pH}=0$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) определяли по перегибу С/φ кривой в области перехода от анодной плашадки к катодной.

$\Phi_{n, z}$  при  $\text{pH}=1$  измеряли в  $\text{H}_2\text{SO}_4$  соответствующей концентрации.

Звездочкой отмечено значение  $\Phi_{n, z}$  при  $\text{pH}=0,5$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

## 56. Перенапряжение $\eta$ водорода

Константы  $a$  и  $b$  (в вольтах) уравнения Тафеля для реакции катодного выделения водорода на разных металлах:

$$\eta = a + b \lg j,$$

где  $j$  — плотность тока,  $A/cm^2$ .

Металл	Раствор	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Область плотностей тока, $-\lg j$	$a$	$b$
Медь	0,001 н. HCl	20	5,0 ± 3,3	0,802	0,122
	0,01 н. HCl	20	4,5 ± 2,3	0,786	0,118
	0,1 н. HCl	20	5,0 ± 2,5	0,790	0,117
	0,005 н. NaOH	16		0,890	0,139
	0,02 н. NaOH	16	6,0 ± 3,7	0,710	0,114
	0,15 н. NaOH	16		0,690	0,117
Железо	0,001 н. HCl	20	4,0 ± 3,8	0,787	0,127
	0,01 н. HCl	20	4,1 ± 3,2	0,741	0,118
	1,0 н. HCl	16	3,0 ± 0,0	0,770	0,130
	0,01 н. NaOH	20	4,5 ± 3,8	0,776	0,117
	0,1 н. NaOH	20	4,1 ± 3,2	0,726	0,120
	4,8 н. KOH	20	4,0 ± 3,0	0,350	0,070
	10,5 н. KOH	20	4,0 ± 3,0	0,340	0,070
Ртуть	0,001 + 0,1 н. HCl	20	7,0 ± 1,0	1,410	0,116
	1 н. HCl	20	6,0 ± 2,5	1,390	0,119
	3 н. HCl	20	6,0 ± 2,5	1,420	0,141
	5 н. HCl	20	6,0 ± 2,5	1,320	0,127
	7 н. HCl	20	6,0 ± 2,5	1,130	0,108
	10 н. HCl	20	6,0 ± 2,5	1,020	0,095
	0,1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	6,0 ± 2,5	1,440	0,114
	0,25 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	6,5 ± 3,0	1,403	0,116
	5 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	6,5 ± 3,0	1,400	0,116
	0,1 н. LiOH	20	6,0 ± 4,0	1,598	0,102
	0,2 н. LiOH	20	6,0 ± 4,0	1,545	0,100
	0,1 н. NaOH	20	6,0 ± 4,0	1,457	0,100
	0,2 н. NaOH	20	6,0 ± 4,0	1,405	0,097
	0,002 н. KOH	20	6,0 ± 4,0	1,682	0,098
	0,02 н. KOH	20	6,0 ± 4,0	1,545	0,090
	0,1 н. KOH	20	6,0 ± 4,0	1,430	0,093
	0,01 н. Ba(OH) <sub>2</sub>	20	6,0 ± 4,0	1,170	0,045
	0,02 н. Ba(OH) <sub>2</sub>	20	6,0 ± 4,0	1,220	0,065
Никель	0,00004 н. HCl	20	6,0 ± 5,0	0,650	0,100
	0,001 н. HCl	20	5,8 ± 3,3	0,617	0,093
	0,01 н. HCl	20	5,5 ± 3,3	0,611	0,091
	0,1 н. HCl	20	5,0 ± 2,0	0,626	0,104
	1,0 н. HCl	20	4,3 ± 2,0	0,594	0,109
	0,001 н. NaOH	20	6,8 ± 4,8	0,720	0,103
	0,006 н. NaOH	20	6,3 ± 3,8	0,660	0,101
Свинец	0,1 н. NaOH	20	6,0 ± 3,0	0,650	0,101
	0,1 н. HCl	20	5,8 ± 2,5	1,524	0,116
	1 н. HCl	20	5,8 ± 2,5	1,531	0,119
	3 н. HCl	20	5,1 ± 2,5	1,573	0,142
	5 н. HCl	20	4,9 ± 2,5	1,495	0,140
	7 н. HCl	20	4,7 ± 2,5	1,417	0,138
	10 н. HCl	20	4,6 ± 2,0	1,195	0,135
	0,1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	7,0 ± 2,5	1,533	0,118
	1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	6,5 ± 2,0	1,536	0,119
	8 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	5,9 ± 2,0	1,530	0,120
	15 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	5,3 ± 2,0	1,469	0,121
	20 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	5,0 ± 2,0	1,411	0,119
	1 н. HBr	20	5,3 ± 2,3	1,484	0,116
	3 н. HBr	20	5,1 ± 2,3	1,467	0,123
Платина	6 н. HBr	20	4,7 ± 2,3	1,377	0,130
	8,5 н. HBr	20	4,3 ± 2,3	1,285	0,140
	1 н. HClO <sub>4</sub>	20	4,8 ± 1,6	1,537	0,118
	3 н. HClO <sub>4</sub>	20	4,8 ± 1,6	1,517	0,118
	7 н. HClO <sub>4</sub>	20	4,8 ± 1,6	1,504	0,121
	9 н. HClO <sub>4</sub>	20	4,8 ± 1,6	1,453	0,122
	11,6 н. HClO <sub>4</sub>	20	4,8 ± 1,6	1,446	0,132
Платина	0,5 н. HCl	25	2,0 ± 0,7	0,073	0,028

## 57. Параходор $P$ атомов и связей

Атом или группа	$P \cdot 10^{-6}$ , $\text{ддж}^{1/4} \cdot \text{м}^{5/2}$	$P$ , $\text{эрз}^{1/4} \cdot \text{см}^{5/2}$	Атом или группа	$P \cdot 10^{-6}$ , $\text{ддж}^{1/4} \cdot \text{м}^{5/2}$	$P$ , $\text{эрз}^{1/4} \cdot \text{см}^{5/2}$
Азот . . . . .	98,4	17,5	Мышьяк . . . . .	303,7	54
Бор . . . . .	120,9	21,5	Олово . . . . .	362,7	64,5
Бром . . . . .	388,1	69	Ртуть . . . . .	388,1	69
Водород при углероде . . . . .	86,6	15,4	Селен . . . . .	354,3	63
" " кислороде . . . . .	56,2	10,0	Сера . . . . .	281,2	50,0
" " азоте . . . . .	70,3	12,5	Сурьма . . . . .	382,4	68
Иод . . . . .	506,2	90	Углерод . . . . .	51,74	9,2
Кислород . . . . .	112,5	20,0	$\text{CH}_2$ -группа . . . . .	225,0	40
Кислород в перекисях . . . . .	119,8	21,3	Фосфор . . . . .	227,8	40,5
Кремний . . . . .	174,3	31	Хлор . . . . .	143,4	25,5
				309,3	55

### Инкременты связей

Связь	$P \cdot 10^{-6}$ , $\text{ддж}^{1/4} \cdot \text{м}^{5/2}$	$P$ , $\text{эрз}^{1/4} \cdot \text{см}^{5/2}$	Связь	$P \cdot 10^{-6}$ , $\text{ддж}^{1/4} \cdot \text{м}^{5/2}$	$P$ , $\text{эрз}^{1/4} \cdot \text{см}^{5/2}$
Двойная гомоуполярная . . . . .	106,9	19	Четырехчленный цикл . . . . .	33,7	6
Тройная . . . . .	213,7	38	Пятичленный цикл . . . . .	16,9	3
Ионная . . . . .	-9,0	-1,6	Шестичленный цикл . . . . .	4,5	0,8
Трехчленный цикл . . . . .	70,3	12,5	Семичленный цикл . . . . .	-22,5	-4,0

## 58. Атомные рефракции

Для пересчета значений атомных рефракций в  $\text{м}^3/\text{г-ат}$  надо табличные величины умножить на  $10^6$ .

Атом	$R_D$ , $\text{см}^3/\text{г-ат}$	Атом	$R_D$ , $\text{см}^3/\text{г-ат}$
Азот:			
первичные алифатические амины	2,322	Водород . . . . .	1,100
вторичные . . . . .	2,502	Иод . . . . .	13,900
третичные . . . . .	2,840	Кислород гидроксильный . . . . .	1,525
первичные ароматические амины	3,213	Кислород карбонильный . . . . .	2,211
нитрилы . . . . .	3,118	Кислород эфирный . . . . .	1,643
имиды . . . . .	3,776	Сера в R-SII . . . . .	7,69
в аммиаке . . . . .	2,48	Углерод . . . . .	2,418
Нитрогруппа в алкилнитратах . . . . .	7,59	$\text{CH}_2$ -группа . . . . .	4,618
Нитрогруппа в нитроариллах . . . . .	7,30	Фтор . . . . .	0,997
Бром . . . . .	8,865	Хлор . . . . .	5,967
		Хлор при карбониле . . . . .	6,336

### Инкременты связей

Связь	$R_D$ , $\text{см}^3/\text{г-ат}$	Связь	$R_D$ , $\text{см}^3/\text{г-ат}$
Двойная связь . . . . .	1,733	Четырехчленный цикл . . . . .	0,46
Тройная связь . . . . .	2,398	Циклы $C_8 \div C_{15}$ . . . . .	0,55
Трехчленный цикл . . . . .	0,7		

## 59. Дипольные моменты некоторых молекул в газообразном состоянии

Молекула	$\mu \cdot 10^{29}$ , $\text{к}\cdot\text{м}$	$\mu$ , $D^*$	Молекула	$\mu \cdot 10^{29}$ , $\text{к}\cdot\text{м}$	$\mu$ , $D^*$	Молекула	$\mu \cdot 10^{29}$ , $\text{к}\cdot\text{м}$	$\mu$ , $D^*$
$\text{H}_2$ . . . . .	0	0	$\text{CO}_2$ . . . . .	0	0	$\text{CH}_4$ . . . . .	0	0
$\text{N}_2$ . . . . .	0	0	$\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	0,610	1,83	$\text{CH}_3\text{Cl}$ . . . . .	0,657	1,97
$\text{CO}$ . . . . .	0,033	0,10	$\text{H}_2\text{S}$ . . . . .	0,340	1,02	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . . . . .	0,530	1,59
$\text{HBr}$ . . . . .	0,027	0,80	$\text{NO}_2$ . . . . .	0,097	0,29	$\text{CHCl}_3$ . . . . .	0,32	0,95
$\text{HCl}$ . . . . .	0,347	1,04	$\text{SO}_2$ . . . . .	0,53	1,6	$\text{CCl}_4$ . . . . .	0	0
$\text{HF}$ . . . . .	0,640	1,92	$\text{NH}_3$ . . . . .	0,494	1,48	$\text{C}_2\text{H}_6$ . . . . .	0	0
$\text{HJ}$ . . . . .	0,127	0,38	$\text{PH}_3$ . . . . .	0,183	0,55	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ . . . . .	0,33	0,99
$\text{NO}$ . . . . .	0,023	0,07	$\text{SO}_3$ . . . . .	0	0			

\*  $1D = 10^{-18}$  эл-см. ед.-см.

## 60. Дипольные моменты групп в различных молекулах

$\theta$  — угол между направлением результирующего момента группы и направлением связи этой группы с атомом углерода. В тех случаях, когда два заместителя лежат в плоскости сензильного кольца, дипольные моменты орто-, мета- и пара-сөединений ( $\mu_0$ ,  $\mu_M$  и  $\mu_P$ ) можно приблизенно определить из моментов групп ( $\mu_1$  и  $\mu_2$ ) с помощью выражений:

$$\mu_0^2 = \mu_1^2 + \mu_1 \mu_2 + \mu_2^2; \quad \mu_M^2 = \mu_1^2 - \mu_1 \mu_2 + \mu_2^2; \quad \mu_P = \mu_1 - \mu_2 \quad \text{и} \quad \mu_0 = \sqrt{3} \mu_M.$$

CH <sub>3</sub>				C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>				C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>				C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>				C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>					
$\mu \cdot 10^{29}, \text{ к.м.}$		$\mu, D^*$		$\mu \cdot 10^{29}, \text{ к.м.}$		$\mu, D^*$		$\mu \cdot 10^{29}, \text{ к.м.}$		$\mu, D^*$		$\mu \cdot 10^{29}, \text{ к.м.}$		$\mu, D^*$		$\mu \cdot 10^{29}, \text{ к.м.}$		$\mu, D^*$			
газ	рас- твр	рас- твр	газ	рас- твр	рас- твр	газ	рас- твр	рас- твр	газ	рас- твр	газ	рас- твр	газ	рас- твр	газ	рас- твр	газ	рас- твр	газ	рас- твр	
CH <sub>3</sub> . . . . .	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0
CHO . . . . .	0.91	0.83	2.72	2.5	0.91	0.83	2.73	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	0.13	0.36	0.4	180
CN . . . . .	1.31	—	3.94	—	1.34	—	4.04	—	1.37	—	4.05	—	1.36	—	4.09	—	(1.03)	0.93 (3.1)	2.8	58	
COOH . . . . .	0.58	0.53	1.73	1.6	0.58	0.57	1.73	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.93	—
COOCH <sub>3</sub> . . . . .	0.56	0.584	1.67	1.75	0.59	0.63	1.76	1.90	—	—	—	—	—	—	—	—	0.57	—	—	1.7	74
NH <sub>2</sub> . . . . .	0.41	—	1.23	—	0.40	0.46	1.2	1.38	—	—	—	—	—	—	—	—	0.63	—	—	1.9	70
NO <sub>2</sub> . . . . .	1.17	1.0	3.50	3.1	1.23	1.1	3.68	3.3	1.19	—	3.57	—	1.18	—	3.55	—	0.49	0.51	1.48	1.53	—
OCH <sub>3</sub> . . . . .	0.43	—	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.4	1.33	4.21	3.98	0
OH . . . . .	0.56	0.554	1.69	1.66	0.56	0.57	1.69	1.7	0.55	—	1.65	—	0.55	—	1.65	—	0.45	0.42	1.35	1.25	55
Br . . . . .	0.60	0.60	1.80	1.8	0.67	0.63	2.01	1.9	0.71	—	2.13	—	0.72	—	2.15	—	0.47	0.53	1.4	1.6	62
Cl . . . . .	0.62	0.57	1.87	1.7	0.68	0.60	2.05	1.8	0.70	—	2.10	—	0.70	—	2.11	—	0.58	0.51	1.75	1.52	0
F . . . . .	0.60	—	1.81	—	0.64	—	1.92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.57	0.52	1.72	1.55	0
J . . . . .	0.55	0.50	1.64	1.5	0.62	0.60	1.87	1.8	0.668	—	2.01	—	0.69	—	2.08	—	0.53	0.43	1.6	1.30	0

\*  $1D = 10^{-18} \text{ э.н.сп. ед.с.м.}$

## 61. Дипольный момент молекул, диэлектрическая проницаемость и поляризация жидкостей

Для расчета поляризации  $P$  в  $\text{м}^3/\text{моль}$  нужно таблицы умножить на  $10^{-6}$ .

Вещество	Нода		Хлорформ		Четверххаристичный углерод		Этиловый спирт		Ацетон									
	$\mu \cdot 10^{29}$ , $\text{k} \cdot \text{м}$	0,61	0,39	1,18	0	—	—	—	0,55	—	0,90							
$\mu, D^*$	1,84	—	—	—	—	—	—	—	1,67	—	2,71							
$t, {}^\circ\text{C}$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$P_{\infty}$ , $\text{см}^3/\text{моль}$	$\varepsilon$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$\varepsilon$	$P_{\infty}$ , $\text{см}^3/\text{моль}$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$\varepsilon$	$P_{\infty}$ , $\text{см}^3/\text{моль}$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$\varepsilon$	$P_{\infty}$ , $\text{см}^3/\text{моль}$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$\varepsilon$	$P_{\infty}$ , $\text{см}^3/\text{моль}$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$\varepsilon$	
0	777,5	87,83	—	45,95	51,1	—	—	—	246,8	74,3	206,3	23,3	184	—	—	—	—	
10	742,3	83,86	—	44,27	50,0	—	—	—	233,7	72,2	199,2	22,5	178	—	—	—	—	
20	708,9	80,08	—	42,58	4,81	49,7	19,83	2,24	221,3	70,2	189,5	21,4	173	—	—	—	—	
25	692,8	78,25	—	41,78	4,72	47,5	19,74	2,23	214,7	69,2	185,0	20,9	170	—	—	—	—	
30	677,0	76,47	—	41,08	4,64	48,3	—	—	208,3	23,52	68,3	18,5	167	—	—	—	—	
40	246,5	73,02	—	39,58	4,47	48,3	—	—	196,2	22,16	66,5	172,6	19,5	162	—	—	—	—
50	617,3	69,73	—	38,16	4,31	47,5	19,31	2,18	184,8	20,87	64,8	165,5	18,7	158	—	—	—	—

Вещество	Этиловый эфир		Бензол		Брообензол		Хлорбензол		Нитробензол								
	$\mu \cdot 10^{29}$ , $\text{k} \cdot \text{м}$	0,41	0	—	0,51	—	0,52	—	1,31	—							
$\mu, D^*$	1,22	—	0	—	1,53	—	1,37	—	3,93	—							
$t, {}^\circ\text{C}$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$P_{\infty}$ , $\text{см}^3/\text{моль}$	$\varepsilon$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$\varepsilon$	$P_{\infty}$ , $\text{см}^3/\text{моль}$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$	$\varepsilon$	$P_{\infty}$ , $\text{см}^3/\text{моль}$	$\varepsilon \varepsilon_0 \cdot 10^{12}$ , $\text{ф/м}$							
0	42,49	4,80	57,4	—	—	50,47	5,7	107,9	53,90	6,09	85,5	—	—	—	—	—	—
10	40,55	4,58	56,2	20,36	2,30	48,70	5,4	105,5	—	—	81,5	335,2	318,5	338,5	37,85	365	—
20	38,78	4,38	55,0	20,27	2,29	47,80	—	103,3	50,01	5,65	82,0	—	318,5	318,5	35,97	354	—
25	37,80	4,27	54,5	20,09	2,27	26,6	—	49,84	5,3	—	45,15	47,54	5,37	293,9	293,9	33,97	348
30	36,74	4,15	54,0	20,01	2,26	—	46,92	5,1	100,2	97,6	5,0	46,30	5,23	285,6	285,6	32,26	320
40	—	—	—	19,92	2,25	—	44,27	5,0	—	44,27	5,0	—	77,8	77,8	270,1	270,1	30,5
50	—	—	—	19,65	2,22	—	—	—	—	—	—	76,8	76,8	—	—	—	—

\*  $1D = 10^{-18} \text{ г}\cdot\text{см} \cdot \text{рад} \cdot \text{с} \cdot \text{моль}$

**62. Энергия (потенциал) ионизации для разных ступеней ионизации**

Порядковый номер <i>Z</i>	Элемент	I		II		III		IV	
		<i>I</i> . $10^{-5}$ , дж/э-ат	<i>I</i> , эВ	<i>I</i> . $10^{-5}$ , дж/э-ат	<i>I</i> , эВ	<i>I</i> . $10^{-5}$ , дж/э-ат	<i>I</i> , эВ	<i>I</i> . $10^{-5}$ , дж/э-ат	<i>I</i> , эВ
1	H	13,12	13,59	—	—	—	—	—	—
2	He	23,72	24,58	52,2	54,1	—	—	—	—
3	Li	5,21	5,39	73,0	75,7	117,5	121,8	—	—
4	Be	8,99	9,32	17,6	18,2	148,5	153,9	209,0	216,6
5	B	8,01	8,30	24,2	25,1	36,6	37,9	250,2	259,3
6	C	10,87	11,26	23,9	24,8	46,2	47,9	62,2	64,5
7	N	14,02	14,53	28,6	29,6	45,7	47,4	74,7	77,4
8	O	13,13	13,61	34,0	35,2	53,0	54,9	74,7	77,4
9	F	16,81	17,42	33,7	34,9	60,5	62,7	84,2	87,3
10	Ne	20,81	21,56	39,5	40,9	61,7	63,9	93,0	96,4
11	Na	4,96	5,14	45,6	47,3	69,2	71,7	95,4	98,9
12	Mg	7,37	7,64	14,5	15,0	77,4	80,2	105,5	109,3
13	Al	5,77	5,98	18,1	18,8	27,5	28,5	115,8	120,0
17	Cl	12,55	13,01	22,9	23,7	38,5	39,9	51,6	53,5
18	Ar	15,21	15,76	26,5	27,5	39,3	40,7	(59)	(61)
19	K	4,19	4,34	30,6	31,7	43,9	45,5	58,5	60,6
20	Ca	5,90	6,11	11,5	11,9	49,2	51,0	65	67
21	Sc	6,31	6,54	12,4	12,8	23,9	24,8	71,0	73,6
35	Br	11,43	11,84	18,5	19,2	34,4	35,6	48,4	50,2
36	Kr	13,5	14,0	23,6	24,5	35,5	36,8	(50)	(52)
37	Rb	4,03	4,18	26,3	27,3	38,3	39,7	(51)	(53)
38	Sr	5,49	5,69	10,6	11,0	(41)	(43)	55,0	57,0
39	Y	6,16	6,38	11,9	12,3	19,7	20,4	(60)	(62)
53	J	10,08	10,45	18,3	19,0	(30)	(31)	(40)	(42)
54	Xe	11,71	12,13	20,5	21,2	31,0	32,1	(43)	(45)
55	Cs	3,75	3,89	22,6	23,4	(33)	(34)	(44)	(46)
56	Ba	5,03	5,21	9,6	10,0	(36)	(37)	(47)	(49)
57	La	5,41	5,61	11,0	11,4	18,4	19,1	(50)	(52)
86	Rn	10,37	10,75	(19)	(20)	(29)	(30)	(42)	(44)

### 63. Сродство атомов к электрону $E$

Порядковый номер	Элемент	$E \cdot 10^{-5}$ , дж/моль	$E$ , эВ	Порядковый номер	Элемент	$E \cdot 10^{-5}$ , дж/моль	$E$ , эВ
1	H	-0,721	-0,747	9	F	-3,45	-3,58
2	He	-0,18	-0,19	10	Ne	0,55	0,57
3	Li	-0,79	-0,82	11	Na	-0,45	-0,47
4	Be	0,18	0,19	12	Mg	0,31	0,32
5	B	-0,32	-0,33	13	Al	-0,50	-0,52
6	C	-1,08	-1,12	17	Cl	-3,63	-3,76
7	N	-0,048	-0,05	19	K	-0,79	-0,82
8	O	-1,42	-1,47	35	Br	-3,42	-3,54
				53	J	-3,17	-3,29

### 64. Потенциал ионизации и сродство к электрону некоторых молекул и радикалов

Молекула или радикал	Потенциал ионизации		Сродство к электрону	
	$I \cdot 10^{-5}$ , дж/моль	$I$ , эВ	$E \cdot 10^{-5}$ , дж/моль	$E$ , эВ
BF <sub>3</sub> . . . . .	15,0 ± 0,5	15,5 ± 0,5	-2,09	-2,17
Br <sub>2</sub> . . . . .	10,18 ± 0,02	10,55 ± 0,02	-2,5	-2,6
CH . . . . .	10,74 ± 0,21	11,13 ± 0,22	-1,59	-1,65
CH <sub>2</sub> . . . . .	11,41 ± 0,05	11,82 ± 0,05	0,92	0,95
CH <sub>3</sub> . . . . .	9,51 ± 0,02	9,86 ± 0,02	-1,04	-1,08
CH <sub>4</sub> . . . . .	12,54 ± 0,01	12,99 ± 0,01	—	—
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> . . . . .	11,00 ± 0,03	11,40 ± 0,03	—	—
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> . . . . .	10,14 ± 0,11	10,51 ± 0,11	1,75	1,81
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> . . . . .	11,24	11,65	—	—
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> . . . . .	8,92 ± 0,01	9,24 ± 0,01	0,52	0,54
CCl <sub>3</sub> . . . . .	8,47 ± 0,05	8,78 ± 0,05	-2,03	-2,10
CCl <sub>4</sub> . . . . .	11,07 ± 0,01	11,47 ± 0,01	—	—
CO . . . . .	13,52 ± 0,01	14,01 ± 0,01	—	—
CO <sub>2</sub> . . . . .	13,31 ± 0,01	13,79 ± 0,01	~ (-3,7)	~ (-3,8)

## Продолжение

Молекула или радикал	Потенциал ионизации		Сродство к электрону	
	$I \cdot 10^{-5}$ , дж/моль	$I, \text{ эв}$	$E \cdot 10^{-5}$ , дж/моль	$E, \text{ эв}$
CN . . . . .	14,60	15,13	-3,6	-3,7
CS <sub>2</sub> . . . . .	9,73 ± 0,01	10,08 ± 0,01	-	-
Cl <sub>2</sub> . . . . .	11,08 ± 0,01	11,48 ± 0,01	-1,64	-1,70
F <sub>2</sub> . . . . .	15,28 ± 0,05	15,83 ± 0,05	-	-
H <sub>2</sub> . . . . .	14,90 ± 0,03	15,44 ± 0,03	0,69	0,72
HBr . . . . .	11,21 ± 0,01	11,62 ± 0,01	-	-
HCl . . . . .	12,29 ± 0,01	12,74 ± 0,01	-	-
HJ . . . . .	10,07 ± 0,04	10,44 ± 0,04	-	-
H <sub>2</sub> O . . . . .	12,16 ± 0,01	12,60 ± 0,01	-0,87	-0,9
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . . . . .	10,54 ± 0,05	10,92 ± 0,05	-	-
H <sub>2</sub> S . . . . .	10,09 ± 0,01	10,46 ± 0,01	-	-
J <sub>2</sub> . . . . .	9,02 ± 0,03	9,35 ± 0,03	-2,32	-2,4
N <sub>2</sub> . . . . .	15,03 ± 0,02	15,58 ± 0,02	-	-
NH <sub>2</sub> . . . . .	11,0 ± 0,1	11,4 ± 0,1	-1,17	-1,21
NH <sub>3</sub> . . . . .	10,04 ± 0,02	10,40 ± 0,02	-	-
NO . . . . .	8,93 ± 0,02	9,25 ± 0,02	< 0	< 0
N <sub>2</sub> O . . . . .	12,45 ± 0,01	12,90 ± 0,01	-	-
NO <sub>2</sub> . . . . .	9,56	9,91	-1,56	-1,62
NO <sub>3</sub> . . . . .	-	-	-3,74	-3,88
O <sub>2</sub> . . . . .	11,66 ± 0,01	12,08 ± 0,01	-0,84	-0,87
O <sub>3</sub> . . . . .	~11,3	~11,7	-2,79	-2,89
OH . . . . .	12,7 ± 0,1	13,18 ± 0,1	-2,08	-2,16
P <sub>2</sub> . . . . .	11,4 ± 0,5	11,8 ± 0,5	-	-
S <sub>2</sub> . . . . .	8,0 ± 0,2	8,3 ± 0,2	-	-
SH . . . . .	-	-	-2,51	-2,60
SO . . . . .	-	-	-(1,06 ÷ 1,74)	-(1,1 ÷ 1,8)
SO <sub>2</sub> . . . . .	11,91 ± 0,02	12,34 ± 0,02	-(1,06 + 2,7)	-(1,1 + 2,8)
SiH <sub>4</sub> . . . . .	11,8 ± 0,3	12,2 ± 0,3	-	-
SiO <sub>2</sub> . . . . .	11,3 ± 0,5	11,7 ± 0,5	-	-

## 65. Радиусы атомов и ионов

**О бозначения.** МХ — по Мелин-Хьюзу, Г — по Гольдшмидту, П — по Полингу, Ии — в кристаллах у ионов с оболочкой инертных газов.  
 Приведенные в таблице значения радиусов по Гольдшмидту и Полингу относятся к координационному числу  $K=6$ . При  $K=4$  поправка составляет  $-6\%$ ; при  $K=8 +3\%$ ; при  $K=12 +12\%$ .  
 Радиусы атомов приведены для металлической связи при  $K=12$ .  
 Для пересчета значений радиусов в  $\text{\AA}$  табличные величины нужно умножить на  $10^{-10}$ .

Элемент	Радиус атома, $\text{\AA}$		Заряд иона	Радиус иона, $\text{\AA}$			
	МХ	П		МХ	Г	П	Ии
Ag . . . . .	1,445	1,53	+1	1,014	1,13	1,26	1,26
Al . . . . .	1,432	1,26	+3	0,55	0,57	0,50	0,72
As . . . . .	1,248	1,21	+5	—	—	0,49	0,71
			+3	—	0,69	—	—
Au . . . . .	1,442	1,50	+1	—	—	1,37	1,37
B . . . . .	(1,79)	0,89	+3	(0,20)	—	0,20	0,34
Ba . . . . .	2,174	—	+2	1,395	1,43	1,35	1,53
Be . . . . .	1,113	1,07	+2	0,314	0,34	0,39	0,43
Bi . . . . .	1,548	1,51	+5	—	—	0,74	0,98
			+3	1,20	—	—	—
Br . . . . .	1,415	1,14	+7	—	—	0,39	0,62
			-1	1,973	—	1,95	1,95
C . . . . .	0,771	0,77	+4	0,195	0,2	0,15	0,29
Ca . . . . .	1,974	—	+2	1,051	1,06	0,99	1,18
Cd . . . . .	1,490	1,48	+2	0,99	1,03	0,97	1,14
Cl . . . . .	0,994	0,99	+7	—	—	0,26	0,49
			-1	1,811	—	1,81	1,81
Co . . . . .	1,253	1,25	+3	0,65	0,64	—	—
			+2	0,78	0,82	0,72	—
Cr . . . . .	1,249	1,25	+6	—	~ 0,35	0,52	—
			+3	—	0,65	—	—
Cs . . . . .	2,655	—	+1	1,678	1,65	1,69	1,69
Cu . . . . .	1,278	1,35	+1	0,47	—	0,96	0,96
F . . . . .	0,709	0,64	+7	—	—	0,07	0,19
			-1	1,294	—	1,33	1,36
Fe . . . . .	1,241	—	+3	0,67	0,67	—	—
			+2	0,80	0,82	0,80	—
H . . . . .	0,3707	0,31	-1	—	1,54	2,08	2,08
Hg . . . . .	1,503	1,48	+2	0,66	1,12	1,10	1,25
J . . . . .	1,333	1,33	+7	—	—	0,50	0,77
			+5	—	0,94	—	—
			-1	2,228	—	2,16	2,16
K . . . . .	2,272	—	+1	1,341	1,33	1,33	1,33
Li . . . . .	1,520	1,34	+1	0,758	0,78	0,60	0,59
Mg . . . . .	1,599	1,40	+2	0,780	0,78	0,65	0,82

Элемент	Радиус атома, Å		Заряд иона	Радиус иона, Å			
	МХ	П		МХ	Г	П	Ии
Mn . . . . .	1,366	—	+7	—	—	0,46	0,75
			+4	0,52	0,52	0,50	—
Mo . . . . .	1,363	1,40	+2	0,83	0,91	0,80	—
			+4	0,68	0,68	0,66	—
N . . . . .	0,547	0,70	—	—	—	—	—
Na . . . . .	1,858	1,54	+1	1,012	0,98	0,95	0,95
Ni . . . . .	1,246	1,24	+2	0,74	0,78	0,69	—
O . . . . .	0,6037	0,66	+6	—	—	0,09	0,22
			-2	—	—	1,40	1,76
P . . . . .	0,947	1,10	+5	0,66	0,35	0,34	0,59
Pb . . . . .	1,750	1,46	+4	0,70	0,84	1,06	1,06
			+2	1,28	1,32	1,21	—
Pd . . . . .	—	1,37	—	—	—	—	—
Pt . . . . .	—	1,38	—	—	—	—	—
Rb . . . . .	2,475	—	+1	1,488	1,49	1,48	1,48
S . . . . .	1,02	1,04	-2	1,786	1,74	1,84	2,19
Sb . . . . .	1,45	1,41	+5	—	—	0,62	0,89
			+3	—	0,90	—	—
Si . . . . .	1,176	1,17	+4	0,40	0,39	0,41	0,65
Sn . . . . .	1,405	1,40	+4	0,65	0,74	0,71	0,96
Sr . . . . .	2,151	—	+2	1,175	1,27	1,13	1,32
Tl . . . . .	1,44	—	+4	0,60	0,64	0,68	0,96
Zn . . . . .	1,333	1,31	+2	0,566	0,83	0,74	0,88

## 66. Радиусы некоторых многоатомных ионов в растворах

Для пересчета значений радиусов в *ж* нужно табличную величину умножить на  $10^{-10}$ . Звездочкой отмечены «термохимические» радиусы, вычисленные из сочетания термохимического цикла и уравнения Капустинского для энергии кристаллической решетки.

Ион	Радиус, Å	Ион	Радиус, Å	Ион	Радиус, Å
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	1,35	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2,40 *	SCN <sup>-</sup>	1,95 *
CN <sup>-</sup>	1,92	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,43	SH <sup>-</sup>	2,00
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2,36	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,89	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,30 *
HCOO <sup>-</sup>	1,58 *	OH <sup>-</sup>	1,53		

## 67. Термы атомов и молекул

Состояния атомов и молекул, кроме энергии, характеризуются термами. В таблице приведены возможные состояния атома или иона с одним электроном.

В атомах или ионах, имеющих несколько валентных электронов, квантовые числа суммируются:  $L = \Sigma l$ ,  $J = \Sigma j$ ,  $M = \Sigma m_l$  при  $L = 0, 1, 2, 3, 4$  симметрии термов, соответственно,  $S, P, D, F, G$ . Высшая мультиплетность на единицу больше максимальной химической валентности.

Для двухатомных молекул характерной величиной является проекция  $\Delta$  орбитального момента количества движения электронов на ось молекулы. При  $\Delta = 0, 1, 2$  символы термов, соответственно,  $\Sigma, \Pi, \Delta$ .

Эти символы такие же, как у атомов, только ту роль, которую играл орбитальный момент количества движения, здесь играет его проекция.

Мультиплетность равна  $2S + 1$ , где  $S$  — суммарный спин всех электронов. Число, выражющее мультиплетность, приписывают слева от символа терма, наверху.

Главное квантовое число $n$	1	2	3	4
Подобное (орбитальное) квантовое число $l$	0	0 1 1	0 1 1 2	0 1 1 2 2
Внутреннее квантовое число $j = l + s$ ( $s = \pm \frac{1}{2}$ — спиновое квантовое число $m_l$ )	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{3}{2}$	$\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{3}{2} \frac{5}{2}$	$\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{3}{2} \frac{5}{2} \frac{7}{2}$
Магнитное квантовое число $m_l$	$\frac{+1}{2} -\frac{1}{2}$	$\frac{+1}{2} \frac{3}{2} \frac{1}{2} \frac{-1}{2}$	$\frac{+1}{2} \frac{3}{2} \frac{1}{2} \frac{-3}{2}$	$\frac{+1}{2} \frac{3}{2} \frac{1}{2} \frac{-5}{2} \frac{-3}{2}$
Подгруппа	—	I II III	I II III IV V	I II III IV V VI VII
Символ терма	$1^2S_{1/2}$	$2^2S_{1/2} 2^2P_{1/2}$	$3^2S_{1/2} 3^2P_{1/2} 3^4D_{3/2}$	$4^2S_{1/2} 4^2P_{1/2} 4^4P_{3/2} 4^6D_{5/2} 4^6F_{5/2}$
Число состояний (мультиплетность)	2	2 2 4	2 2 4 4	2 2 4 4 6
Полное число состояний	2	8	18	32
Оболочка	$K$	$L$	$M$	$N$

## 68. Константы

$$E = E_e + E_v + E_r$$

где  $E$  — энергия молекулы,  $E_e$ ,  $E_v$  и  $E_r$  — электронная, колебательная и вращательная составляющие энергии.

$$E_v = \left[ \left( v + \frac{1}{2} \right) - x_e \left( v + \frac{1}{2} \right)^2 + y_e \left( v + \frac{1}{2} \right)^3 + \dots \right] \omega_e \text{ к}^{-1}$$

где  $v$  — колебательное квантовое число;  $x_e$  и  $y_e$  — коэффициенты ангармоничности;  $\omega_e$  — собственное волновое число.

$$E_r = j(j+1) \frac{\hbar}{8\pi^2 c I} = j(j+1) B_e \text{ к}^{-1}$$

где  $j$  — вращательное квантовое число;  $I = \frac{M_1 \cdot M_2}{M_1 + M_2} \cdot \frac{r^2}{N_A}$  — момент инерции молекулы  $\text{г}\cdot\text{м}^2$ ;  $M_1$  и  $M_2$  — атомные массы,  $\text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ;  $r$  — равновесное межъядерное расстояние,  $\text{м}$ ;  $N_A$   $\text{моль}^{-1}$  —

Молекула	Терм	Статистический вес	$\omega_e$	$x_e \omega_e$	$y_e \omega_e$	$B_e$	$a$	$r$
Br <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Σ	1	323,2	1,07	—	0,08081	0,000275	2,284
Cl <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Σ	1	564,9	4,0	—	0,2407	0,0017	1,988
CO	<sup>1</sup> Σ	1	2169,99	13,371	0,01884	1,9330	0,01752	1,1282
F <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Π	2	924	16	—	0,882	0,014	1,418
J <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Σ	1	214,248	0,6074	—0,00895	0,0376	0,0001206	2,6667
H <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Σ	1	4396,554	117,9726	0,04339	60,848	3,06635	0,741
HBr	<sup>1</sup> Σ	1	2649,60	45,11	—	8,469	0,2313	1,414
HCl	<sup>1</sup> Σ	1	2989,74	52,05	—	10,5909	0,3019	1,2747
HF	<sup>1</sup> Σ	1	4139,031	90,43924	—	20,9486	0,7971	0,9168
HJ	<sup>1</sup> Σ	1	2309,53	39,73	—	6,512	0,172	1,609
K <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Σ	1	92,96	0,354	—	0,05622	0,000219	3,923
N <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Σ	1	2359,434	14,946	0,05111	1,9983	0,01709	1,0975
Na <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Σ	1	159,23	0,726	—0,0027	0,1565	0,00079	3,078
NO	<sup>2</sup> Π <sub>1/2</sub>	4	1916,54	14,424	—	1,705	—	1,1508
	<sup>2</sup> Π <sub>3/2</sub>	4	1906,43	14,454	—		—	
O <sub>2</sub>	<sup>3</sup> Σ	3	1579,78	11,699	—0,00724	1,44567	0,01579	1,207
OH	<sup>2</sup> Π	4	3737,90	84,965	0,5397	18,867	0,708	0,9707
P <sub>2</sub>	<sup>1</sup> Σ	1	780,4278	2,8038	—0,000533	0,3134	0,00167	1,885
S <sub>2</sub>	<sup>3</sup> Σ	3	725,68	2,85	—	0,2955	0,0016	1,889

## двуатомных молекул

число Авогадро;  $B_e = \frac{28 \cdot 10^{-42}}{I} \text{ м}^{-1}$ . При взаимодействии вращения с колебанием  $B_v = B_e - \alpha \left( v + \frac{1}{2} \right)$ ;  $\alpha$  — коэффициент, характеризующий взаимодействие колебания с вращением.

$$E = E_e + \left[ \left( v + \frac{1}{2} \right) - x_e \left( v + \frac{1}{2} \right)^2 + y_e \left( v + \frac{1}{2} \right)^3 \right] \omega_e + j(j+1) B_v \text{ м}^{-1}$$

Энергия выражена в  $\text{м}^{-1}$ . Для перевода в  $\text{Дж}$  нужно табличные величины умножить на  $\hbar c = 1,986 \cdot 10^{-25} \frac{\text{Дж} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

Волновое число  $\omega$ , ангармоничность  $x_e \omega_e$  и  $y_e \omega_e$ , вращательная постоянная  $B_e$  и коэффициент  $\alpha$  выражены в  $\text{см}^{-1}$ ; для пересчета в  $\text{м}$  все эти табличные величины нужно умножить на  $10^2$ . Межъядерное расстояние  $r$  выражено в  $\text{\AA}$ ; для пересчета в  $\text{м}$  табличные величины нужно умножить на  $10^{-10}$ . Моменты инерции выражены в  $\text{г} \cdot \text{см}^2 \cdot 10^{40}$ ; для пересчета в  $\text{з} \cdot \text{м}^2$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-4}$ .  $D_0$  — энергия диссоциации при  $0^\circ \text{К}$ ,  $D_{298}$  — при  $298^\circ \text{К}$ .

I	$D_0$			$D_{298}$			Продукты диссоциации	Термы
	кДж/моль	ккал/моль	зз/моль	кДж/моль	ккал/моль	зз/моль		
346,1	190,08	45,43	1,971	192,88	46,1	1,999	Br	${}^2P_{3/2}$
116,3	238,9	57,1	2,476	242,3	57,9	2,511	Cl	${}^2P_{3/2}$
14,49	1070,0	255,8	11,07	1075	256,9	11,14	C	${}^3P_0$
							O	${}^3P_2$
31,71	154,8	37,0	1,604	159,0	38,0	1,647	F	${}^2P_{3/2}$
750,1	148,7	35,54	1,541	151,0	36,1	1,565	J	${}^2P_{3/2}$
0,459	431,9	103,26	4,476	435,9	104,2	4,517	H	${}^2S_{1/2}$
3,303	362,7	86,7	3,759	366,5	87,6	3,798	H	${}^2S_{1/2}$
							Br	${}^2P_{3/2}$
2,6115	427,3	102,13	4,428	431,4	103,12	4,471	H	${}^2S_{1/2}$
							Cl	${}^2P_{3/2}$
1,335	565,2	135,1	5,857	566,1	135,3	5,866	H	${}^2S_{1/2}$
							F	${}^2P_{3/2}$
4,295	295,4	70,6	3,061	298,4	71,3	3,091	H	${}^2S_{1/2}$
							J	${}^2P_{3/2}$
499,3	49,60	11,85	0,514	53,14	12,7	0,5507	K	${}^2S_{1/2}$
14,01	941,9	225,1	9,761	945,6	226,0	9,800	N	${}^4S_{3/2}$
178,75	71,12	17,0	0,737	76,58	18,3	0,7938	Na	${}^2S_{3/2}$
16,43	637,1	152,3	6,603	631,0	153,2	6,643	N	${}^4S_{3/2}$
							O	${}^3P_2$
19,34	493,8	117,97	5,117	498,7	119,12	5,170	O	${}^3P_2$
1,482	423,7	101,3	4,391	428,0	102,3	4,435	H	${}^2S_{1/2}$
							O	${}^3P_2$
91,22	485,3	115,98	5,029	489,1	116,89	5,069	P	${}^4S_{3/2}$
94,88	412,1	98,5	4,271	417,6	99,8	4,327	S	${}^3P_2$

## 69. Вращательно-колебательный спектр HCl

Для пересчета значений волновых чисел  $\omega$  в  $\text{с} \cdot \text{м}^{-1}$  табличные величины нужно умножить на  $10^2$ .

**Вращательные полосы**

$j$	$\lambda, \mu\text{к}$	$\omega, \text{с} \cdot \text{м}^{-1}$
3	120	83
4	(96)	(104)
5	80,45	124,30
6	68,95	145,03
7	60,40	165,57
8	53,83	185,77
9	48,49	206,24
10	44,15	226,50

**Вращательно-колебательные полосы**

$v - v'$	$\lambda, \mu\text{к}$	$\omega, \text{с} \cdot \text{м}^{-1}$
0—1	3,46	2885,9
0—2	1,76	5668,0
0—3	1,190	8347
0—4	0,916	10922

$$\omega = 20,794 (j+1) - 0,00164 (j+1)^3$$

**Волновые числа  $\omega$  (в  $\text{с} \cdot \text{м}^{-1}$ ) тонкой структуры вращательно-колебательных полос**

$j$	$\text{HCl}^{35}$				$\text{HCl}^{37}$			
	$\lambda = 3,46 \mu\text{к}$		$\lambda = 1,76 \mu\text{к}$		$\lambda = 3,46 \mu\text{к}$		$\lambda = 1,76 \mu\text{к}$	
	$P(j)$	$R(j)$	$P(j)$	$R(j)$	$P(j)$	$R(j)$	$P(j)$	$R(j)$
0	—	2906,25	—	5687,81	—	2904,16	—	5683,91
1	2865,09	2925,78	5647,03	5706,21	2862,99	2923,69	5643,10	5702,01
2	2843,56	2944,81	5624,81	5723,29	2841,59	2942,71	5620,92	5719,42
3	2821,49	2963,24	5602,05	5739,29	2819,51	2961,08	5597,98	5735,26
4	2798,78	2980,90	5577,25	5753,88	2796,88	2978,68	5573,40	5749,69
5	2775,79	2997,78	5551,68	5767,50	2773,77	2995,66	5547,74	5763,28
6	2752,03	3014,29	5525,04	5779,54	2750,31	3012,16	5521,23	5775,40
7	2727,75	3039,96	5496,97	5790,54	2726,01	3027,69	5493,12	5786,28
8	2703,06	3044,88	5468,55	5799,94	2701,29	3042,62	5464,67	5796,04
9	2677,73	3059,07	—	—	2675,90	3056,84	—	—
10	2651,97	3072,76	—	—	2650,36	3070,51	—	—
11	2625,74	3085,62	—	—	2624,03	3083,28	—	—
12	2599,00	3098,40	—	—	2597,43	—	—	—

## 70. Строение и константы многоатомных молекул в газообразном состоянии

Число атомов в молекуле  $n \geq 3$ . Число частот характеристических колебаний  $3n - 5$  у линейных и  $3n - 6$  у нелинейных молекул. Число частот валентных колебаний  $n - 1$ ; число частот деформационных колебаний  $2n - 4$  у линейных и  $2n - 5$  у нелинейных молекул.

Обозначения:  $\sigma$  — валентные,  $\delta$  — колебательные,  $\nu$  — симметрические,  $\alpha\beta$  — антисимметрические,  $S$  — квадратичные,  $\gamma$  — колебательный момент, параллельный оси молекулы,  $\pi$  — колебательный момент, перпендикулярный расстоянию в  $\text{м}$  между атомами,  $\lambda$  — табличный значений межатомного расстояния в  $\text{\AA}$ .

Для перевода значений величин нужно умножить на  $10^{-19}$ .

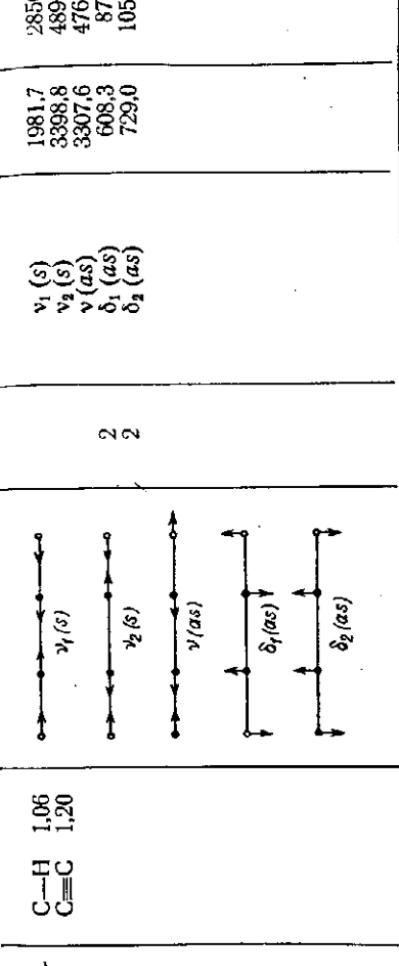
В таблицу величину нужно умножить на  $10^2$ .

Молекула	Форма	Межатомное расстояние, $\text{\AA}$	Тип колебаний			Волновое число, $\text{см}^{-1}$	Характеристическая температура, $\text{K}$
			направление колебаний	степень вырождения	обозначение		
$\text{CO}_2$	Линейная, симметричная $\text{O}=\text{C}=\text{O}$	1,13		2	$\nu(S)$ $\nu(as)$ $\delta(as)$	1351,2 2396,4 672,2	1944 3448 968
$\text{CS}_2$	Линейная, симметричная $\text{S}=\text{C}=\text{S}$	1,54		2	$\nu(S)$ $\nu(as)$ $\delta(as)$	671,4 1551,9 398,6	966 2232 574
$\text{N}_2\text{O}$	Линейная, несимметрическая $\begin{matrix} + \\ \text{N}=\text{O}, 1,22 \\ - \\ \tilde{\text{N}}=\text{N}^+, 1,10 \end{matrix}$			2	$\nu(S)$ $\nu(as)$ $\delta(as)$	1300,4 2281,8 595,6	1870 3285 853
$\text{NO}_2$	Изогнутая $\begin{matrix} + \\ \text{O} \diagup \text{N} \diagdown \text{O}^- \\ \diagdown \text{ONO} \quad 140^\circ \end{matrix}$	1,18			$\nu(S)$ $\nu(as)$ $\delta(s)$	1357,8 1665,5 756,8	1955 2395 1090
$\text{H}_2\text{O}$	Изогнутая $\begin{matrix} \text{H} \diagup \text{O} \diagdown \text{H} \\ \diagdown \text{HOH} \quad 105^\circ 3' \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{O}-\text{H} & 0,97 \\ \text{H}-\text{H} & 1,53 \end{matrix}$			$\nu(S)$ $\nu(as)$ $\delta(as)$	3835,4 3938,7 1647,6	5520 5662 2371
$\text{H}_2\text{S}$	Изогнутая $\begin{matrix} \text{H} \diagup \text{S} \diagdown \text{H} \\ \diagdown \text{HSH} \quad 92^\circ 20' \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{S}-\text{H} & 1,35 \end{matrix}$			$\nu(S)$ $\nu(as)$ $\delta(s)$	2721,9 2739,4 1214,5	3920 3940 1748
$\text{SO}_2$	Изогнутая $\begin{matrix} \text{O} \diagup \text{S} \diagdown \text{O}^- \\ \diagdown \text{OSO} \quad 124^\circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{S}=\text{O} & 1,45 \end{matrix}$			$\nu(S)$ $\nu(as)$ $\delta(s)$	1167,6 1380,9 526,3	1682 1988 758

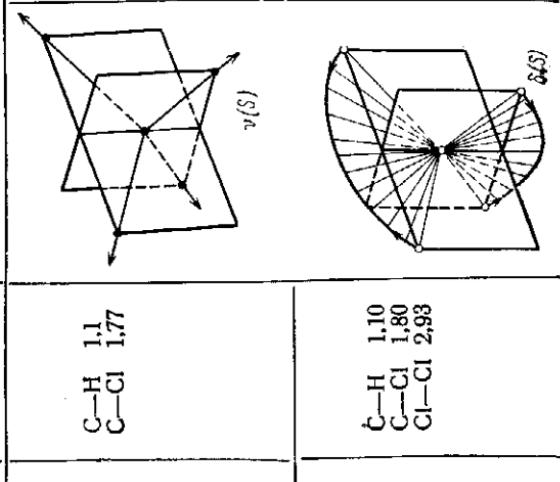
*Продолжение*

Молекула	Форма	Межъядерное расстояние, Å	Направление колебаний		Тип колебаний	Степень вывраже- ния	Обозначение	Волновое число, см <sup>-1</sup>	Характери- стическая температура, °К
			направление колебаний	степень вывраже- ния					
NH <sub>3</sub>	Симметрическая мимда	H—N 1,01 H—H 1,61 Высота пирамиды $h = 0,3$		2 $\nu(s)$	v (s) v (as) δ (s) δ (as)	2	v (s) v (as) δ (s) δ (as)	3336,7 3443,8 950,4 1626,7	4800 4958 1368 2341
PCl <sub>3</sub>	Симметрическая мимда	Cl—Cl 3,1 P—Cl 2,0		2 $\delta(s)$	v (s) v (as) δ (s) δ (as)	2	v (s) v (as) δ (s) δ (as)	507,4 493,5 260,1 189,0	730 710 374 272

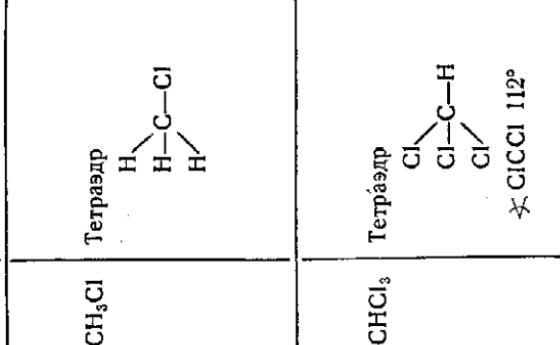
$C_2H_2$	Линейная, симметрич- ная $H-C\equiv C-H$
9*	



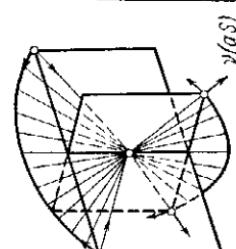
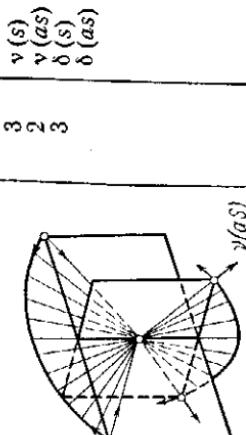
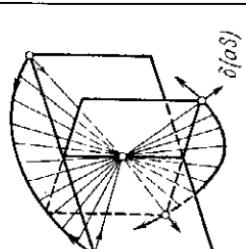
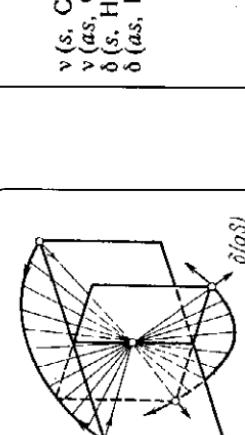
$C_2H_2$	$\nu(s, C-H)$ $\nu(s, C-H)$ $\nu(as, C-H)$ $\delta(s, H-C-H)$ $\delta(as, H-C-H)$
	1055 1055 2923,5 1454,6 1355,6 1015,0 3041,8



$CH_3Cl$	Тетраэдр  $H-C-Cl$
	$\nu(s, C-Cl)$ $\nu(s, C-H)$ $\nu(as, C-Cl)$ $\delta(s, Cl-C-Cl)$ $\delta(as, H-C-Cl)$ $\delta(as, Cl-C-Cl)$



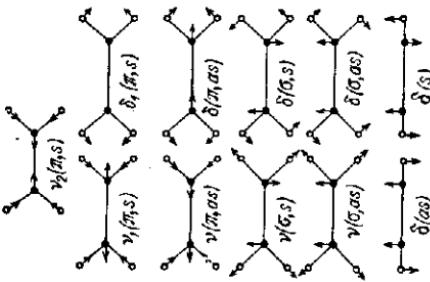
*Продолжение*

Молекула	Форма	Межъдерное расстояние, Å	Тип колебаний			Характеристическая температура, °K
			направление колебаний	степень вырождения	обозначение	
$\text{CCl}_4$	Правильный тетраэдр 	$\text{C}-\text{Cl}$ 1,76 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 2,99 $\times$ при $\text{C} 109^\circ 28'$		3 2 3 $\delta$	$\nu(s)$ $\nu(as)$ $\delta(s)$ $\delta(as)$	458 775 218 310
$\text{CH}_4$	Правильный тетраэдр 	$\text{C}-\text{H}$ 1,09 $\times$ при $\text{C} 109^\circ 28'$		3 2 3 $\delta$	$\nu(s, \text{C}-\text{H})$ $\nu(as, \text{C}-\text{H})$ $\delta(s, \text{H}-\text{C}-\text{H})$ $\delta(as, \text{H}-\text{C}-\text{H})$	659 1150 314 446

C—H 1.071  
C=C 1.353

Плоская  
 $\text{H} > \text{C} = \text{C} < \text{H}$   
 $\text{H} >$   
 $\nexists \text{ HCH} \sim 114^\circ 55'$

$\text{C}_2\text{H}_4$



$\nu_1 (\pi, s)$	3026.4	4352
$\nu_2 (\pi, s)$	1622.6	2335
$\nu (\pi, as)$	2989.5	4300
$\nu (\sigma, s)$	3102.5	4463
$\nu (\sigma, as)$	3105.5	4470
$\delta (\pi, s)$	1342.2	1934
$\delta (\pi, as)$	1443.5	2062
$\delta (\sigma, s)$	1236	1780
$\delta (\sigma, as)$	1027	1479
$\delta' (\sigma, as)$	949.2	1366
$\delta' (\sigma, s)$	943	1357
$\gamma (r)$	810.3	1166

## 71. Магнитный момент молекул $\mu_m$ (в магнетонах Бора)

Молекула	Терм	$\mu_m$
$O_2$	$^3\Sigma_1$	$\sqrt{8}$
$S_2$	$^3\Sigma_1$	$\sqrt{8}$
$NO_2$	$^2\Sigma_{1/2}$	$\sqrt{3}$
NO	$^2\Pi_1$ $^2\Pi_{3/2}$	1,837

## 72. Атомная магнитная восприимчивость

Магнитная восприимчивость  $\chi_A$  выражена в  $\text{см}^3/\text{г-ат} \cdot 10^6$ . Для пересчета в  $\text{м}^3/\text{г-ат}$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-6}$ .

Пример. Магнитная восприимчивость серебра  
 $\chi = -31 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3/\text{г-ат}$  или  $-31 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3/\text{г-ат}$ .

Атом	$\chi_A$	Атом	$\chi_A$	Атом	$\chi_A$
Ag	-31	J	-44,6	Na	-9,2
Al	-13	K	-18,5	O в спиртах, эфирах	-4,61
Br	-30,6	Li	-4,2	O в C=O	+1,73
C	-6,0	Mg	-10	O карбоксильный	-3,36
Ca	-15,9	N в открытых цепях	-5,57	P	-26,3
Cl	-20,1	N в циклах	-4,61	S	-15,0
F	-11,5	N в моноаминах	-1,54	Zn	-13,5
H	-2,93	N в диаминах	-2,11		
$Hg^{2+}$	-33,0	N в иминах			

### Инкременты группы

Группа	$\chi_A$	Группа	$\chi_A$
$-\overset{ }{C}=\overset{ }{C}-$	+5,5	$C_3$ и $C_4$	-0,48
$-\overset{ }{C}=\overset{ }{C}-\overset{ }{C}=\overset{ }{C}-$	+10,6	$\begin{array}{c} / \\ \backslash \\ C-CI \end{array}$	+3,1
$-\overset{ }{C}\equiv\overset{ }{C}-$	+0,8	$\begin{array}{c} / \\ \backslash \\ C-Br \end{array}$	+4,1
$CH_2=CH_2-CH_2-$	+4,5	$Cl-C-\overset{ }{C}-Cl$	+4,3
$-N=N-$	+1,8	$Br-C-\overset{ }{C}-Br$	+6,2
$\begin{array}{c}   \\ -C- \\    \\ NR \end{array}$	+8,2	$\begin{array}{c}   \\ \diagup \\ C \\ \diagdown \\ Cl-C-Cl \end{array}$	+1,4
$-N=O$	+1,7		
С в одном цикле	-0,24		
С общий в двух циклах	-3,1		
С общий в трех циклах	-4,0		
$C_3$	-1,29		
$C_4$	-1,54		

## 78. Постоянные кристаллических решеток

Для пересчета значений постоянных решеток  $d$  в  $\text{м}$  нужно умножить табличные величины на  $10^{-10}$ .

Вещество	$d, \text{\AA}$	Тип решетки	Вещество	$d, \text{\AA}$	Тип решетки
Ag	4,078	Гранецентрированная кубическая	Гексагональная плотная		
$\alpha\text{-Ca}$	5,66	То же	C (алмаз)	3,5597	Алмаз
Cu	3,597	» »	$S_i$	5,42	»
K	5,20	Объемноцентрированная кубическая	BaO	5,50	NaCl
Li	3,50	То же	CaO	4,797	То же
Na	4,30	» »	KCl	6,277	» »
Be	2,283; 3,607	Гексагональная плотная	LiCl	5,143	» »
Cd	2,98; 5,63	То же	MgO	4,203	» »
$\alpha\text{-Co}$	2,514; 4,105	» »	MgS	5,190	» »
$\beta\text{-Cr}$	2,717; 4,418	» »	NaCl	5,628	» »
Mg	3,220; 5,230	» »	CsCl	4,11	CsCl
Zn	2,657; 4,948		$Cu_2S$	5,59	CaF <sub>2</sub>
			$CaF_2$	5,46	To же
			BeS	4,85	ZnS

## 74. Кинетические диаметры $\sigma$ атомов и молекул

$$\sigma_T^2 = \sigma_\infty^2 \left(1 + \frac{C}{T}\right)$$

$\sigma_T$  и  $\sigma_K$  — диаметры при  $T, \text{ }^\circ\text{К}$  и при критической температуре;

$\sigma_0$  — расстояние между частицами, на котором потенциальная энергия равна нулю;  
 $\sigma_\infty$  и  $C$  — постоянные.

Для пересчета значений  $\sigma$  в  $\text{м}$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-10}$ .

Вещество	$\sigma_\infty, \text{\AA}$	$\sigma_K, \text{\AA}$	$\sigma_0, \text{\AA}$	$C$
Ar	2,99	2,95	3,42	142
Br <sub>2</sub>	3,80	—	(4,47)	533
Cl <sub>2</sub>	3,68	3,54	(4,12)	351
CO	3,23	3,16	3,59	101
CO <sub>2</sub>	3,45	3,23	4,00	213
F <sub>2</sub>	3,18	2,88	(3,63)	129
H <sub>2</sub>	2,22	2,59	2,97	234
HBr	3,16	3,27	—	375
HCl	2,96	3,19	3,31	362
HJ	3,55	—	—	390
H <sub>2</sub> O	2,27	2,89	—	961
H <sub>2</sub> S	3,18	3,24	—	331
He	1,82	2,66	2,70	173
Hg	2,51	2,38	2,83	942
J <sub>2</sub>	4,45	—	(4,98)	568
N <sub>2</sub>	3,22	3,13	3,68	105
Ne	2,25	2,38	2,80	128
NH <sub>3</sub>	2,47	3,09	—	626
NO	3,09	2,81	3,47	128
O <sub>2</sub>	3,02	2,93	3,43	125
SO <sub>2</sub>	3,71	3,55	4,29	306
CH <sub>4</sub>	3,33	3,24	3,82	162
CH <sub>3</sub> OH	3,25	3,59	3,76	487

Вещество	$\sigma_{\infty}$ , Å	$\sigma_{\kappa}$ , Å	$\sigma_0$ , Å	C
$\text{C}_2\text{H}_2$	3,72	3,44	4,22	198
$\text{C}_2\text{H}_4$	3,72	3,57	4,23	225
$\text{C}_2\text{H}_6$	3,88	3,70	4,42	252
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	3,95	4,06	4,46	407
$\text{CH}_3\text{Cl}$	3,57	3,38	3,72	441
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$	4,23	—	4,76	425
$\text{CHCl}_3$	4,73	4,32	5,43	373
$\text{CCl}_4$	5,15	4,65	5,88	365
$\text{C}_6\text{H}_6$	4,71	4,51	5,27	448

**75. Энергия разрыва связей (энергия диссоциации) газообразных молекул при 0° К в основном состоянии**

Молекула	Продукты диссоциации	Энергия диссоциации	
		кДж/моль	ккал/моль
CH	C, H	334,7	80
$\text{CH}_2$	$\text{CH}_2$ , H	535,6	128
$\text{CH}_3$	$\text{CH}_2$ , H	355,6	85
$\text{CH}_4$	$\text{CH}_3$ , H	425,0	101,6
$\text{C}_2\text{H}_2$	$\text{C}_2\text{H}$ , H	472,9	113
	CH, CH	962,3	230
$\text{C}_2\text{H}_4$	$\text{C}_2\text{H}_3$ , H	435,1	104
	$\text{CH}_2$ , $\text{CH}_2$	502,1	120
$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_2\text{H}_5$ , H	410,1	98
$\text{C}_6\text{H}_6$	$\text{C}_6\text{H}_5$ , H	426,8	102
$\text{CH}_3\text{Cl}$	$\text{CH}_2\text{Cl}$ , H	410,1	98
$\text{CHCl}_3$	$\text{CCl}_3$ , H	385,0	92
$\text{CH}_3\text{Br}$	$\text{CH}_2\text{Br}$ , H	401,7	96
$\text{CHBr}_3$	$\text{CBr}_3$ , H	376,6	90
HCHO	CHO, H	313,8	75
$\text{CH}_3\text{OH}$	$\text{CH}_2\text{OH}$ , H	~ 385,0	~ 92
	$\text{CH}_3$ , OH	~ 376,5	~ 90
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CHOH}$ , H	~ 368,2	~ 88
$\text{CH}_3\text{CHO}$	$\text{CH}_3$ , CHO	284,5	68
$\text{CH}_3\text{Br}$	$\text{CH}_3$ , Br	280,3	67
$\text{CH}_3\text{Cl}$	$\text{CH}_3$ , Cl	335,0	80,5
$\text{CH}_3\text{F}$	$\text{CH}_3$ , F	493,8	118
$\text{CH}_3\text{J}$	$\text{CH}_3$ , J	220,1	52,6
$\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	$\text{C}_6\text{H}_5$ , Br	297,1	71
$\text{C}_6\text{H}_5\text{J}$	$\text{C}_6\text{H}_5$ , J	255,2	61
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_2\text{H}_5$ , OH	~ 376,5	~ 90
$\text{CH}_3\text{NH}_2$	$\text{CH}_3$ , NH <sub>2</sub>	334,7	80
$\text{CH}_3\text{NO}_2$	$\text{CH}_3$ , NO <sub>2</sub>	242,7	58
$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COO}$ , H	~ 468,6	~ 112
$\text{H}_2\text{O}$	OH, H	493,8	118,0
$\text{H}_2\text{O}_2$	OH, OH	207,1	49,56
NH	N, H	347,3	83
$\text{NH}_2$	NH, H	376,5	90
$\text{NH}_3$	NH <sub>2</sub> , H	439,3	105
$\text{N}_2\text{O}_3$	NO, NO <sub>2</sub>	41,8	10
$\text{N}_2\text{O}_4$	NO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>	543,9	13
$\text{N}_2\text{O}$	N <sub>2</sub> , O	167,4	40
$\text{O}_3$	O <sub>2</sub> , O	100	23,9
$\text{SiO}_2$	SiO, O	464,4	111

## 76. Термодинамика образования радикалов $\Delta H_f^\circ$ , 298

Радикал	$\Delta H_f^\circ$ , 298		Радикал	$\Delta H_f^\circ$ , 298	
	кДж/моль	ккал/моль		кДж/моль	ккал/моль
C . . . . .	714,8	170,9	CN . . . . .	372,4	89,0
CH . . . . .	594,1	142	Br . . . . .	111,9	26,73
CH <sub>2</sub> . . . . .	276,2	66	Cl . . . . .	121,2	28,95
CH <sub>3</sub> . . . . .	138,0	33	F . . . . .	79,5	19,00
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> . . . . .	104,6	25	J . . . . .	106,6	25,48
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> . . . . .	292,9	70	H . . . . .	218,0	52,10
CH <sub>2</sub> OH . . . . .	-37,6	-9	N . . . . .	472,6	112,98
CH <sub>3</sub> CO . . . . .	-46,0	-11	NH . . . . .	339,6	81,18
CBr <sub>3</sub> . . . . .	184,1	44	NH <sub>2</sub> . . . . .	177,0	42,3
CCl <sub>3</sub> . . . . .	54,4	13	OH . . . . .	39,0	9,32
CF <sub>3</sub> . . . . .	-502,1	-120			

## 77. Кинетические константы гомогенных реакций

$k$  — константа скорости реакции,  $E$  — энергия активации,  $A$  — предэкспоненциальный множитель в уравнении  $k = Ae^{-E/RT}$ .

### Реакции в газах

#### Первый порядок

Реакция	$A$ , сек <sup>-1</sup>	$E$	
		кДж/моль	ккал/моль

### Реакции между молекулами

#### A. Разложение

$C_2H_5Br \rightarrow C_2H_4 + HBr$ . . . . .	$7,2 \cdot 10^{12}$	218,0	52,0
$C_2H_6Cl \rightarrow C_2H_4 + HCl$ . . . . .	$4 \cdot 10^4$	247,5	59,9
$CH_3CHCl_2 \rightarrow CH_2=CHCl + HCl$ . . . . .	$1,3 \cdot 10^{12}$	207,8	49,5
$CCl_3CH_3 \rightarrow CCl_2=CH_2 + HCl$ . . . . .	$3,2 \cdot 10^{12}$	201,0	47,9
$CH_3COOC_2H_5 \rightarrow CH_3COOH + C_2H_4$ . . . . .	$3,2 \cdot 10^{12}$	200,5	47,8
цикло $(CH_3CHO)_3 \rightarrow 3CH_3CHO$ . . . . .	$1,3 \cdot 10^{15}$	185,5	44,2
$N_2O_5 \rightarrow N_2O_4 + \frac{1}{2} O_2$ . . . . .	$4,6 \cdot 10^{13}$	103,5	24,7
$N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$ . . . . .	$10^{16}$	54,4	13,0

#### B. Изомеризация

<i>транс</i> -Дихлорэтилен $\rightarrow$ <i>цис</i> . . . . .	$4,9 \cdot 10^{12}$	175,8	41,9
Циклопропан $\rightarrow$ пропилен . . . . .	$1,5 \cdot 10^{15}$	272,8	65,0
Винилаллиловый эфир $\rightarrow$ аллилацетальдегид . . . . .	$5 \cdot 10^{11}$	128,3	30,6

### Реакции с участием атомов и радикалов

$CCl_4 \rightarrow CCl_3 + Cl$ . . . . .	$2 \cdot 10^{13}$	356,2	85,0
$CH_3Cl \rightarrow CH_3 + Cl$ . . . . .		356,2	85,0
$C_2H_6 \rightarrow 2CH_3$ . . . . .		354,0	84,0
$C_2H_5Br \rightarrow C_2H_5 + Br$ . . . . .		225,2	53,7
$C_2H_5J \rightarrow C_2H_5 + J$ . . . . .		216,0	51,5
$C_6H_5Br \rightarrow C_6H_5 + Br$ . . . . .		297,2	70,9
$C_6H_5CH_2Br \rightarrow C_6H_5CH_2 + Br$ . . . . .		211,8	50,5
$C_6H_5C_2H_5 \rightarrow C_6H_5CH_2 + CH_3$ . . . . .		264,2	63,0

## Второй порядок

Реакция	$A, \text{см}^6 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	E	
		кДж/моль	ккал/моль
<i>Реакции между молекулами</i>			
$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$			
$\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$	$1,6 \cdot 10^{10}$	94,2	22,5
$\text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$	$4 \cdot 10^{13}$	180,5	43,0
$\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightarrow 2\text{HJ}$	$1,6 \cdot 10^{14}$	165,5	39,45
$\text{HJ} + \text{CH}_3\text{J} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{J}_2$	$2 \cdot 10^{14}$	140,0	33,4
$2\text{HJ} \rightarrow \text{H}_2 + \text{J}_2$	$9,2 \cdot 10^{13}$	186,4	44,45
$2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$	$9,4 \cdot 10^{12}$	112,6	26,86

*Реакции с участием атомов и радикалов*

$\text{CH}_3 + \text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$	$1,03 \cdot 10^4$	0	0
$\text{CH}_3 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7$	$2,5 \cdot 10^{11}$	29,3	7,0
$\text{CH}_3 + \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_5$	—	43,5	10,4
$\text{CH}_3 + \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{C}_6\text{H}_5$	$1,4 \cdot 10^{10}$	38,5	9,2
$\text{CH}_3 + \text{CHCl}_3 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CCl}_3$	—	24,3	5,8
$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{BF}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2\text{BF}_3$	$7,9 \cdot 10^{11}$	0	0,0
$\text{C}_2\text{H}_5 + \text{C}_2\text{H}_5 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}$	$1,12 \cdot 10^4$	8,4	2,0
$\text{Br} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{HBr} + \text{CH}_3$	$5 \cdot 10^{13}$	76,6	18,3
$\text{Br} + \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{HBr} + \text{C}_2\text{H}_5$	—	58,2	13,9
$\text{Br} + \text{H}_2 \rightarrow \text{HBr} + \text{H}$	$6,9 \cdot 10^{13}$	74,2	17,74
$\text{Cl} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3$	$2,5 \cdot 10^{13}$	16,3	3,9
$\text{Cl} + \text{C}_2\text{H}_5 \rightarrow \text{HCl} + \text{C}_2\text{H}_5$	$1,3 \cdot 10^{14}$	4,2	1,0
$\text{Cl} + \text{H}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}$	$9,5 \cdot 10^{13}$	23,0	5,5
$\text{H} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{CH}_3$	$3,2 \cdot 10^{10}$	27,6	6,6
$\text{H} + \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3$	$2 \cdot 10^{11}$	75,4	1,8
$\text{H} + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5$	$3,2 \cdot 10^{13}$	17,2	4,1
$\text{H} + \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_5$	$3,2 \cdot 10^{12}$	28,5	6,8
$\text{H} + \text{CCl}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{CCl}_3$	—	14,6	3,5
$\text{H} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow \text{HCl} + \text{C}_2\text{H}_5$	—	33,5	8,0
$\text{H} + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Br}$	$1,3 \cdot 10^{13}$	4,6	1,09
$\text{Na} + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CH}_3$	—	42,7	10,2
$\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NOCl} + \text{Cl}$	$4 \cdot 10^{12}$	85,0	20,3
$\text{OH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}$	$1,4 \cdot 10^{14}$	41,8	10,0
$\text{OH} + \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}$	$1,3 \cdot 10^{13}$	29,3	7,0
$\text{OH} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3$	—	36,2	8,5
$\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5$	—	23,0	5,5

## Третий порядок

Реакция	$A, \text{см}^6 \cdot \text{моль}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$	E	
		кДж/моль	ккал/моль
<i>Третий порядок</i>			
$2\text{NO} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{NOBr}$	$2,7 \cdot 10^{10}$	5,44	1,3
$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NOCl}$	$4,6 \cdot 10^9$	15,5	3,7
$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$	$1,0 \cdot 10^9$	-4,7	-1,1

Реакции в растворах  
Второй порядок

Реакция	Растворитель	$A, \text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	$E$	
			$\text{ккал/моль}$	$\text{ккал/ж.моль}$
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \dots \dots \dots \dots$	$\text{H}_2\text{O}$	$1,4 \cdot 10^{10}$	46,9	11,2
$\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} \dots \dots \dots \dots$	То же	$1,9 \cdot 10^{10}$	47,3	11,3
$\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_4\text{H}_9\text{OH} \dots \dots \dots \dots$	$\gg \gg$	$2,1 \cdot 10^{10}$	47,7	11,4
$\text{CH}_2\text{JCOOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_2\text{OHCOOH} + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\gg \gg$	$6,3 \cdot 10^{14}$	98,0	23,4
$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{OH}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Br}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$4,3 \cdot 10^{14}$	89,6	21,4
$\text{CH}_2\text{JCOOH} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{CH}_2\text{ClCOOH} + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{H}_2\text{O}$	$7,9 \cdot 10^{14}$	95,8	22,9
$\text{CH}_2\text{ClCOOH} + \text{J}^- \rightarrow \text{CH}_2\text{JCOOH} + \text{Cl}^- \dots \dots \dots \dots$	То же	$1,3 \cdot 10^{13}$	82,9	19,8
$\text{CH}_3\text{Br} + \text{J}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{J} + \text{Br}^- \dots \dots \dots \dots$	$\gg \gg$	$1,7 \cdot 10^{13}$	76,6	18,3
$\text{CH}_3\text{Br} + \text{J}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{J} + \text{Br}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{CH}_3\text{OH}$	$2,3 \cdot 10^{13}$	76,2	18,2
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{Cl} + \text{J}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{J} + \text{Cl}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	$1,0 \cdot 10^{15}$	93,0	22,2
$\text{CH}_3\text{J} + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$2,4 \cdot 10^{14}$	81,6	19,5
$\text{C}_2\text{H}_5\text{J} + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	То же	$1,5 \cdot 10^{14}$	86,6	20,7
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{J} + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\gg \gg$	$1,5 \cdot 10^{13}$	83,3	19,9
$\kappa\text{-C}_3\text{H}_7\text{J} + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\gg \gg$	$3,5 \cdot 10^{14}$	94,2	22,5
$\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{J} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{NaJ} \dots \dots \dots \dots$	$\gg \gg$	$1,5 \cdot 10^{14}$	86,2	20,6
$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2 + \text{CH}_3\text{J} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_3 \text{N}]^+ + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{CH}_2\text{Cl}_4$	$2,2 \cdot 10^7$	49,0	11,7
$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow [(\text{C}_2\text{H}_5)_4 \text{N}]^+ + \text{Br}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{C}_6\text{H}_6$	$2,8 \cdot 10^2$	46,9	11,2
$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow [(\text{C}_2\text{H}_5)_4 \text{N}]^+ + \text{Br}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	$8,5 \cdot 10^3$	49,0	11,7
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2 \text{N} + \text{C}_2\text{H}_5\text{J} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2 \text{C}_2\text{H}_5\text{N}]^+ + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	То же	$2,7 \cdot 10^4$	57,4	13,7
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2 \text{N} + \text{CH}_3\text{J} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_3 \text{N}]^+ + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{NO}_2$	$2,6 \cdot 10^4$	54,4	13,0
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2 \text{N} + \text{CH}_3\text{J} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_3 \text{N}]^+ + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}_2$	$2,1 \cdot 10^4$	49,0	11,7
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2 \text{N} + \text{CH}_3\text{J} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_3 \text{N}]^+ + \text{J}^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	$7,0 \cdot 10^6$	60,2	14,4
$\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^- \dots \dots \dots \dots$	$\text{H}_2\text{O}$	$1,5 \cdot 10^{13}$	38,2	9,1

## 78. Константы уравнения Хаммета для некоторых серий гетеролитических реакций

$$\lg \frac{K}{K_0} = \sigma \rho$$

*K* и *K<sub>0</sub>* — константы скорости реакции соединения с заместителем и без заместителя;  $\sigma$  — константа заместителя, зависящая только от природы и положения заместителя R;  $\rho$  — константа реакции, зависящая от реакции, условий ее течения и природы боковых цепей; погрешность вычисления составляет  $\pm 15\%$ . Ar означает группу  $RC_6H_4$ , где R находится в мета-, орто- или пара-положении.

Реакция	Растворитель	Температура, °C	$\rho$	$-\lg K_0$
$ArCOOH + CH_3OH + H^+ \rightarrow$ $\rightarrow ArCOOCH_3$	CH <sub>3</sub> OH	25	-0,229	3,841
То же	То же	50	-0,209	3,029
$ArCOOH + NH_3 \rightarrow ArCOONH_2$	CCl <sub>2</sub> =CHCl	40	-1,415	5,289
$ArCOOCH_3 + OH^- \rightarrow ArCOO^-$	60% CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	25	2,289	2,075
То же	То же	50	1,920	1,247
$ArCOOC_2H_5 + OH^- \rightarrow ArCOO^-$	75% CH <sub>3</sub> OH	25	2,193	3,239
То же	То же	50	2,116	2,227
» »	60% CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	25	2,265	2,557
$ArCOCl + H_2O \rightarrow ArCOOH$	95% CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	25	1,782	4,200
$ArOCOC_6H_5 + OH^- \rightarrow ArOH$	60% CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	15	0,930	0,490
$ArCHO + HCN \rightarrow ArCHOHCN$	95% C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	20	2,329	7,703
$ArCOCH_3 + Br_2 \rightarrow ArCOCH_2Br$	H <sub>2</sub> O	25	0,417	3,522
То же	75% CH <sub>3</sub> COOH + + 1 M HCl	25	-0,340	1,863

### Константы заместителей в уравнении Хаммета

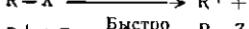
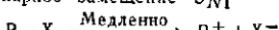
R	$\sigma_{\text{мета}}$	$\sigma_{\text{пара}}$	R	$\sigma_{\text{мета}}$	$\sigma_{\text{пара}}$
Br . . . . .	0,391	0,232	COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> . . .	0,398	0,522
CHO . . . . .	0,355	0,216	N(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>+</sup> . . .	0,904	0,859
COOH . . . . .	0,355	0,265	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> . . . . .	0,218	0,009
CH <sub>2</sub> Cl . . . . .	—	0,184	Cl . . . . .	0,373	0,227
CH <sub>3</sub> . . . . .	-0,069	-0,170	J . . . . .	0,352	0,276
OCH <sub>3</sub> . . . . .	0,115	-0,268	NH <sub>2</sub> . . . . .	-0,161	-0,660
CN . . . . .	0,678	0,628	NHOH . . . . .	-0,044	-0,339
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> . . . . .	-0,043	-0,151	NO <sub>2</sub> . . . . .	0,710	0,778
OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> . . . . .	0,150	-0,250	OH . . . . .	-0,002	-0,357

## 79. Классификация реакций (по Ингольду)

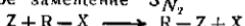
Нуклеофильное замещение  $S_N$



Нуклеофильное мономолекулярное замещение  $S_N1$



Нуклеофильное бимолекулярное замещение  $S_N2$



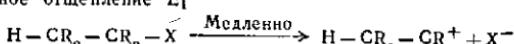
Радикальное замещение  $S_R$



Электрофильное замещение  $S_E$



Мономолекулярное отщепление  $E_1$



Бимолекулярное отщепление  $E_2$



## 80. Константы скорости инверсии сахарозы в 0,1 н. серной кислоте

Состав раствора		$k \cdot 10^6, \text{сек}^{-1}$		
$C_{12}H_{22}O_{11}, \text{г/л}$	$H_2O, \text{моль/л}$	20° C	30° C	50° C
100	51,95	4,43	18,3	229
200	48,45	4,79	19,77	255
500	38,09	5,95	24,5	—

## 81. Константы скорости щелочного омыления сложных эфиров

$t, ^\circ C$	$k \cdot 10^4, \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	$k, \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$	$t, ^\circ C$	$k \cdot 10^4, \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	$k, \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$
Этиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_2H_5$			Бутиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_4H_9$		
0   0,195   1,17	10   0,353   1,94				
20   0,847   5,08	20   0,655   3,93				
25   1,093   6,56	втор-Бутиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_4H_9$				
Этиловый эфир пропионовой кислоты $CH_3CH_2COOC_2H_5$			10   0,293   1,76		
0   0,19   1,14	20   0,59   3,54				
25   0,957   5,94	трет-Бутиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_4H_9$				
Пропиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_3H_7$			10   0,00615   0,0369		
10   0,358   2,15	20   0,0135   0,0810				
20   0,705   4,23					

## 82. Константы скорости омыления этилацетата при 25° С

Щелочь	$k, \text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$		
	0,0500 моль/л	0,0250 моль/л	0,0125 моль/л
LiOH . . . . .	6,39		
NaOH . . . . .	6,36	6,32	6,21
KOH . . . . .	6,65	6,46	
Ca(OH) <sub>2</sub> . . . . .	—	6,06	6,31
Sr(OH) <sub>2</sub> . . . . .	—	6,08	
Ba(OH) <sub>2</sub> . . . . .	6,23	6,29	6,35

## 83. Константы скорости некоторых ионных реакций в водных растворах при 25° С

Реакция	$k$
$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	$1,3 \cdot 10^{11} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$
$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$	$2,6 \cdot 10^{-5} \text{ сек}^{-1}$
$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$	$3 \cdot 10^{10} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$
$\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$	$4,5 \cdot 10^{10} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$
$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$	$8 \cdot 10^5 \text{ сек}^{-1}$
$\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{HSO}_4^-$	$1 \cdot 10^{11} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$
$\text{HSO}_4^- \rightarrow \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$	$1,5 \cdot 10^9 \text{ сек}^{-1}$

## 84. Константы скорости продолжения и обрыва цепей при полимеризации (температура 25° С)

$$k = Ae^{-E/RT}$$

Мономер	Продолжение цепей			Обрыв цепей		
	$A_1$ $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	$E$		$A_2$ $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	$E$	
		дж/моль	кал/моль		дж/моль	кал/моль
Винилацетат . . .	$3,98 \cdot 10^7$	26 400	6 300	$3,98 \cdot 10^9$	13 400	3 200
Метаметилакрилат . . .	$10^6$	19 680	4 700	$1,26 \cdot 10^8$	5 033	1 200
Метилакрилат . . .	$1,26 \cdot 10^8$	29 300	7 000	$10^{10}$	20 920	5 000
Стирол . . . . .	$10^7$	30 580	7 300	$6,31 \cdot 10^7$	7 965	1 900

## 85. Среднее время жизни некоторых электронно возбужденных атомов

Для пересчета значений длины волны в м нужно табличные величины умножить на  $10^{-10}$

Атом	Переход	Длина волны поглощенного излучения, Å	$\tau$ , сек
He . . . . .	$1^1S_0 - 2^1P_1$	584	$4,4 \cdot 10^{-10}$
H . . . . .	$1^2S_{1/2} - 2^2P_{3/2} (^1/2)$	1216	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Li . . . . .	$2^2S_{1/2} - 2^2P_{3/2} (^1/2)$	6708	$2,7 \cdot 10^{-8}$
Na . . . . .	$3^2S_{1/2} - 3^2P_{3/2} (^1/2)$	5896	$1,6 \cdot 10^{-8}$
K . . . . .	$4^2S_{1/2} - 4^2P_{3/2} (^1/2)$	7699	$2,7 \cdot 10^{-8}$
Cs . . . . .	$6^2S_{1/2} - 6^2P_{1/2}$	8521	$3,3 \cdot 10^{-8}$
Mg . . . . .	$3^1S_0 - 3^3P_1$	4571	$4,0 \cdot 10^{-3}$
Zn . . . . .	$4^1S_0 - 4^3P_1$	3076	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Cd . . . . .	$5^1S_0 - 5^3P_1$	3261	$2,4 \cdot 10^{-6}$
	$5^1S_0 - 5^1P_1$	2288	$2,0 \cdot 10^{-9}$
Hg . . . . .	$6^1S_0 - 6^3P_1$	2537	$1,1 \cdot 10^{-7}$
	$6^1S_0 - 6^1P_1$	1849	$1,3 \cdot 10^{-9}$

## 86. Квантовый выход фотохимических реакций

Для пересчета значений длины волны в м нужно табличные величины умножить на  $10^{-10}$ .

Исходные вещества	Продукты реакции	Активируемая молекула	Растворитель	Длина волны, Å	Температура, °C	Выход
Br <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>	HBr	Br <sub>2</sub>	В газообразном состоянии	5000—5780		0—2
Br <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> H <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , CO C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> Br HCl COCl <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> полимер	Br <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	То же » » » » » »	4700 3030—5000 4000—4360 2150	17—30	$\sim 1$ $10^4$ — $10^6$ $10^3$ 9,2
CH <sub>3</sub> CHO CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> , CO C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , CO, CH <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> CHO CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	» »	3130 3130	60	2 0,2
HCHO HJ H <sub>2</sub> S NO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> , CO H <sub>2</sub> , J <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , S NO, O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , NO	HCHO HJ H <sub>2</sub> S NO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O	» » » » » » » » » »	2500—3660 2070—2820 2080 < 4000 Al-искровой спектр	27	$\leqslant 1$ 1,98—2,08 1,0 2 ~ 1
J <sub>2</sub> , Fe <sup>2+</sup> J <sub>2</sub> , HCOO <sup>-</sup> CH <sub>3</sub> COOH HClO	J <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Fe <sup>3+</sup> J <sub>2</sub> , CO CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> HCl, HClO <sub>3</sub>	J <sub>2</sub> J <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> COOH HClO	То же	3600—5790 3450—3500 1850—2300 3660—4360		15—25 0,5 ~ 2
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	» »	2750—3660		20—500

Исходные вещества	Продукты реакции	Активируемая молекула	Растворитель	Длина волны, Å	Температура, °C	Выход
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> Cl <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> J <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> O Br <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> HCl, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> Cl C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , J <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Br, HBr	K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> Cl <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> J <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> O Br <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> CCl <sub>4</sub> CCl <sub>4</sub> C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	2537 4050 4360 4450 3000—5500	10—21 17—50 25 ~1	0,58 27 25 0,4—0,9

### 87. Энергия активации некоторых реакций разложения в отсутствие и в присутствии катализатора

Вещество	Катализатор	E	
		кдж/моль	ккал/моль
Перекись водорода	Без катализатора	75,4	18,0
	Ион иода	56,5	13,5
	Коллоидная платина	49,0	11,7
Трихлоруксусная кислота	Вода (растворитель)	155,0	37,0
	Анилин (растворитель)	118,5	28,3
Диэтиловый эфир(г.)	Без катализатора	224,0	53,5
	Молекулярный иод	143,6	34,3
	» »	159,2	38,0
Метилэтиловый эфир	» »	136,1	32,5
Уксусный альдегид			

### 88. Константы каталитического действия ионов водорода

$$k = Ae^{-E/RT}$$

Реакция	$A, \text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	E	
		кдж/моль	ккал/моль
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH}$	$4,54 \cdot 10^{11}$	72,0	17,2
$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}$	$3,61 \cdot 10^{13}$	72,4	17,3
$\text{N}_2\text{CHCOOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$ $\longrightarrow \text{HOCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{N}_2$	$4,33 \cdot 10^{15}$	73,2	17,5
$\alpha\text{-Глюкоза} \longrightarrow \beta\text{-глюкоза}$	$3,67 \cdot 10^{14}$	79,5	19,0
$\text{CH}_3\text{COCH}_3 \longrightarrow \text{CH}_2\text{C(OH)CH}_3$	$3,94 \cdot 10^{13}$	86,2	20,6

## 89. Энергия активации некоторых катализитических реакций

### Реакция дегидрирования спиртов (катализатор медь)

Спирт	E		Спирт	E	
	кДж/моль	ккал/моль		кДж/моль	ккал/моль
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH . . . .	62,8	15,0	n-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH . . .	51,9	12,4
n-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH . . . .	50,6	12,1	изо-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH . . .	25,1 73,2 *	6,0 17,5 *

\* Катализатор никель.

### Реакция дегидратации спиртов (катализатор окись алюминия)

Спирт	E		Спирт	E	
	кДж/моль	ккал/моль		кДж/моль	ккал/моль
n-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH . . . .	119,5	28,5	изо-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH . . .	109,0	26,0

## 90. Коэффициенты диффузии газов в воздухе

Для пересчета коэффициентов диффузии в  $\text{м}^2/\text{сек}$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-4}$ .

Пример. Коэффициент диффузии анилина  $D = 0,061 \text{ см}^2/\text{сек}$  или  $0,061 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{сек}$ .

Вещество	Температура, °C	$D, \text{ см}^2/\text{сек}$	Вещество	Температура, °C	$D, \text{ см}^2/\text{сек}$
Анилин . . . . .	20	0,061	Толуол . . . . .	16,4	0,071
Бензол . . . . .	20	0,077	Уксусная кислота .	22,9	0,106
Вода . . . . .	8,0	0,239	Этиловый спирт . .	18,35	0,102
Двукись углерода .	0,0	0,139	Этиловый эфир . .	17,1	0,078
Метиловый спирт .	14,5	0,132	Этиловый эфир . . . . .	18,9	0,071
Муравьиная кислота .	20	0,131	уксусной кислоты .		
Нафталин . . . . .	96,6	0,051			

## 91. Коэффициенты диффузии в жидкостях при атмосферном давлении

Для пересчета коэффициентов диффузии  $D$  в  $\text{м}^2/\text{сек}$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-4}$ .

Пример. Коэффициент диффузии бензола при  $25^\circ \text{C}$   $D = 2,15 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{сек}$  или  $2,15 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{сек}$ .

### Коэффициенты самодиффузии неэлектролитов

Вещество	Температура, °C	$D \cdot 10^5, \text{ см}^2/\text{сек}$	Вещество	Температура, °C	$D \cdot 10^5, \text{ см}^2/\text{сек}$
Бензол . . . . .	25	2,15	Четыреххлористый углерод . . . . .	25	1,41
	45	2,67	Вода . . . . .	45	1,99
Этиловый спирт . .	25	1,05		25	2,43
	45	1,70		45	3,34

**Коэффициенты диффузии электролитов в водных растворах  
при 25° С**

Для пересчета значений коэффициентов диффузии  $D$  в  $\text{м}^2/\text{сек}$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-4}$ .  
 Пример. Коэффициент диффузии хлористого бария при концентрации 0,5 моль/л  $D = -1,151 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{сек}$  или  $1,151 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{сек}$ .

Вещество	$D \cdot 10^{-5}, \text{ см}^2/\text{сек}$ , при концентрации, моль/л									
	0,000	0,001	0,003	0,005	0,010	0,05	0,1	0,5	1,0	3,0
$\text{BaCl}_2$ . . .	1,385	1,320	1,283	1,265	—	1,179	1,159	1,151	1,179	—
$\text{CaCl}_2$ . . .	1,335	1,249	1,201	1,179	—	1,121	1,110	1,140	1,203	1,265
$\text{LaCl}_3$ . . .	1,293	1,175	1,126	1,105	—	—	—	—	—	—
$\text{LiCl}$ . . .	1,366	1,345	1,331	1,323	1,312	1,28	1,27	1,28	1,30	1,43
$\text{KCl}$ . . .	1,993	1,964	1,945	1,934	1,917	1,864	1,844	1,850	1,892	2,112
$\text{KClO}_4$ . . .	1,871	1,845	1,835	1,829	1,790	—	—	—	—	—
$\text{KNO}_3$ . . .	1,928	1,899	1,879	1,866	1,846	—	—	—	—	—
$\text{MgCl}_2$ . . .	1,249	1,187	1,158	—	—	—	—	—	—	—
$\text{NaCl}$ . . .	1,610	1,585	1,570	1,560	1,545	1,507	1,483	1,474	1,484	1,565
$\text{NaNO}_3$ . . .	1,568	—	—	1,516	1,503	—	—	—	—	—
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ . . .	1,230	1,175	1,147	1,123	—	—	—	—	—	—
$\text{ZnSO}_4$ . . .	0,846	0,748	0,724	0,705	—	—	—	—	—	—

**92. Коэффициенты диффузии в твердых телах**

Для пересчета значений коэффициентов диффузии  $D$  в  $\text{м}^2/\text{сек}$  нужно табличные величины умножить на  $10^{-4}$ .

Диффундирующее вещество	Диффузионная среда	$D, \text{ см}^2/\text{сек}$	Диффундирующее вещество	Диффузионная среда	$D, \text{ см}^2/\text{сек}$
C	$\alpha\text{-Fe}$	$2 \cdot 10^{-2} e^{-\frac{20100}{RT}}$	Fe	FeO	$0,118 e^{-\frac{29700}{RT}}$
	$\gamma\text{-Fe}$	$1,9 \cdot 10^{-2} e^{-\frac{28300}{RT}}$		$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$4,0 \cdot 10^{15} e^{-\frac{112000}{RT}}$
Co	CoO	$2,15 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{34500}{RT}}$	$\text{H}_2$	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	$5,2 e^{-\frac{55000}{RT}}$
	Fe	$3,0 e^{-\frac{61000}{RT}}$		$\alpha\text{-Fe}$	$2,2 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{2900}{RT}}$
Cu	Ni	$1,01 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{35500}{RT}}$	N <sub>2</sub>	$\alpha\text{-Fe}$	$6,6 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{18600}{RT}}$
	PbS	$5,0 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{7130}{RT}}$		Pb	$1,3 e^{-\frac{42000}{RT}}$
Fe	Cu	$1,6 \cdot 10^6 e^{-\frac{93020}{RT}}$			

## ЛИТЕРАТУРА

Landolt-Börnstein, Physikalisch-Chemische Tabellen, 5 Aufl., Berlin, Hauptwerk, т. I и II, 1923; Ergänzungsbände, т. I, ч. 1, 1927; т. II, ч. 1 и 2, 1931; т. III, ч. 1 и 2, 1935, ч. 3, 1936.

Landolt-Börnstein's Zahlenwerke und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik, Technik, 6 Aufl., Berlin.

т. I, ч. 1 (Атомы и ионы), 1950; ч. 2 (Молекулы I), 1951; ч. 3 (Молекулы II), 1951; ч. 4 (Кристаллы), 1955; ч. 5 (Атомные ядра и элементарные частицы), 1952. — Т. II, ч. 2а (Равновесие пар — конденсат. Осмотические явления), 1960; ч. 3 (Равновесие в расплавах. Поверхностные явления), 1956; ч. 4 (Теплофизические явления и термодинамические свойства элементов и соединений), 1961; ч. 6 (Электрические свойства), 1959; ч. 7 (Электрохимические системы), 1960.

В. П. Глушко и др., Термодинамические свойства индивидуальных веществ, т. I и II, Изд. АН СССР, 1962.

Справочник химика, ред. Б. П. Никольский, Госхимиздат, т. I, 1962; т. II, 1963; т. III, 1964.

Selected Values of Chemical Thermodynamic Properties. Circ. NBS 500, Wash., 1952.

Э. В. Брицке, А. Ф. Капустинский, Термические константы неорганических веществ, Изд. АН СССР, 1949.

В. И. Веденеев, Л. В. Гурвич, В. Н. Кондратьев, В. А. Медведев, Е. Л. Франкевич, Энергии разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и средство к электрону. Справочник, Изд. АН СССР, 1962.

Handbook of Chemistry and Physics, C. Hodgman (Ed.), т. I и 2, Cleveland, Ohio, 1955—1956.

R. Parsons, Handbook of Electrochemical Constants, Lond., 1959.

А. Н. Крестовников, Л. П. Владимиров, Б. С. Гуляницкий, А. Я. Фишер, Справочник по расчетам равновесий металлургических реакций, Металлургиздат, 1963.

Я. И. Герасимов, А. Н. Крестовников, А. С. Шахов, Химическая термодинамика в цветной металлургии, Металлургиздат, т. I, 1960, т. II, 1961, т. III, 1963.

М. Х. Карапетьянц, М. Л. Карапетьянц, Таблицы некоторых термодинамических свойств различных веществ, Труды Химико-технологич. ин-та им. Менделеева, вып. XXXIV, 1961.

О. Кубашевский, Э. Л. Эванс, Термодинамика в металлургии, ИЛ, 1954.

А. А. Введенский, Физико-химические константы органических соединений, Госхимиздат, 1961.

М. П. Вукалович, В. А. Кириллин и др., Термодинамические свойства газов, Машгиз, 1953.

Д. Р. Стэлл, Таблицы давления паров индивидуальных веществ, ИЛ, 1949.

М. Х. Карапетьянц, Чэн Гуанг-Юе, Температура кипения и давление насыщенного пара углеводородов, Гостоптехиздат, 1961.

J. Timmermans, Physico-chemical Constants of Pure Organic Compounds, N. Y., 1950.

Т. Коттрелл, Прочность химических связей, ИЛ, 1956.

- А. Альберт, Е. Сержент, Константы ионизации кислот и оснований, Изд. «Химия», 1964.  
 Мелвин-Хьюз, Физическая химия, кн. 1 и 2, ИЛ, 1962.  
 М. Х. Карапетянц, Химическая термодинамика, Госхимиздат, 1953.  
 Р. Веннер, Термохимические расчеты, ИЛ, 1950.  
 А. Н. Несмеянов, Давление пара химических элементов, Изд. АН СССР, 1961.  
 Г. Харнед, Б. Оуси, Физическая химия растворов электролитов, ИЛ, 1952.  
 Н. А. Измайлов, Электрохимия растворов, Изд. Харьк. ун-та, 1959, стр. 304.  
 Р. Робинсон, Р. Стокс, Растворы электролитов, ИЛ, 1963.  
 В. М. Латимер, Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах, ИЛ, 1954.  
 Б. С. Красников, Потенциалы нулевого заряда металлов и сплавов, изд. ЛДНТП, 1963.  
 Я. К. Сыркин, М. Е. Дяткина, Химическая связь и строение молекул, Госхимиздат, 1946.  
 С. Б. Бацанов, Структурная рефрактометрия, Изд. МГУ, 1959.  
 Б. В. Иоффе, Рефрактометрические методы химии, Госхимиздат, 1960.  
 Г. Негрвег, Molecular Spectra and Molecular Structure. I. Spectra of diatomic Molecules, N. Y., 1951.  
 Н. Сронег, Molekülspektren und ihre Anwendung auf chemische Probleme, Berlin, 1935.  
 М. В. Волькенштейн и др., Колебания молекул, т. II, Гостехиздат, 1949.  
 Г. Герцберг, Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул, ИЛ, 1948.  
 Л. Паулинг, Природа химической связи, Госхимиздат, 1947.  
 В. Н. Кондратьев, Кинетика химических газовых реакций, Изд. АН СССР, 1958.  
 Г. М. Панченков, В. П. Лебедев, Химическая кинетика и катализ, Изд. МГУ, 1961.  
 Н. М. Эммануэль, Д. Г. Кнорре, Курс химической кинетики, Изд. «Высшая школа», 1962.  
 Н. Н. Семенов, О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности, Изд. АН СССР, 1958.  
 С. Бенсон, Основы химической кинетики, Изд. «Мир», 1964.  
 А. А. Frost, R. G. Pearson, Kinetics and Mechanism, N. Y. — Lond., 1961.  
 К. К. Ингольд, Механизм реакций и строение органических соединений, ИЛ, 1959.  
 Г. В. Бокий, Введение в кристаллохимию, Изд. МГУ, 1954.  
 С. Д. Герцикен, И. Я. Дехтяр, Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе, Физматгиз, 1960.  
 В. Зайт, Диффузия в металлах, ИЛ, 1958.  
 К. П. Мищенко, А. М. Пономарева, ЖОХ, 26, 1926 (1956).  
 А. Ф. Капустинский, К. Б. Яцимирский, ЖОХ, 26, 941 (1956).  
 К. Б. Яцимирский, ЖОХ, 26, 2376 (1956).  
 М. И. Темкин, Л. А. Шварцман, Усп. химии, 17, 259 (1948).  
 К. П. Мищенко, В. В. Соколов, Ж. структ. хим., 5, № 6 (1964).  
 М. Л. Клюева, автореферат диссертации, ЛТИ им. Ленсовета, 1963.  
 К. П. Мищенко, В. П. Тунгусов, Теорет. и эксп. химия, 1, № 1 (1965).  
 Б. Н. Ощерин, Порошковая металлургия, № 1 (7), 11 (1962).  
 O. R. Quayle, Chem. Rev., 53, 439 (1953).  
 S. Sugden, J. Chem. Soc., 1924, 125.  
 Д. Бокрис, Д. Герингшоу, Усп. хим., 20, 246 (1951).  
 В. А. Пальм, Усп. хим., 30, 1069 (1961).  
 Н. Н. Jaffé, Chem. Rev., 53, 191 (1953).  
 А. А. Равдель, Труды ЛТИ им. Ленсовета, вып. 61, 110 (1960).

# Логарифмы

Числа	Пропорциональные части										1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	26	30	33
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7

## Продолжение

Числа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Пропорциональные части								
											1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	-2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9185	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4

# Антилогарифмы

Мог. ртфм	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Пропорциональные части									
											1	2	3	4	5	6	7	8	9	
.00	1000	1002	1005	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.04	1096	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
.05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1143	1146	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
.06	1148	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
.07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
.08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1253	1256	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1282	1285	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1346	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.32	2089	2094	2109	2113	2118	2123	2128	2133	2138	2143	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	2275	2280	2286	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
.49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3

## Продолжение

flora- природа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Пропорциональные части								
											1	2	3	4	5	6	7	8	9
.50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
.51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.55	3548	3556	3565	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
.56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
.59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
.60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4046	4055	4064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
.61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
.67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	2	3	4	5	7	8	9	10
.68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	2	3	4	6	7	8	9	10
.69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	5	6	7	8	9	10
.70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
.71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
.72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
.73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
.74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
.75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
.76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
.77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
.78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
.79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
.80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
.81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
.84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
.85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
.88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745	2	4	5	7	9	11	12	14	16
.89	7762	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925	2	4	5	7	9	11	13	14	16
.90	7943	7962	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
.91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
.92	8318	8337	8356	8375	8395	8414	8433	8453	8472	8492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
.93	8511	8531	8551	8570	8590	8610	8630	8650	8670	8690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.94	8710	8730	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
.96	9120	9141	9162	9183	9204	9226	9247	9268	9290	9311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
.97	9333	9354	9376	9397	9419	9441	9462	9484	9506	9528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
.98	9550	9572	9594	9616	9638	9661	9683	9705	9727	9750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
.99	9772	9795	9817	9840	9863	9886	9908	9931	9954	9977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

## Предметный указатель

	Табл.	Стр.		Табл.	Стр.
Активность электролитов	49	110	Диэлектрическая проницаемость жидкостей	61	119
Величина $\frac{2,303 RT}{F}$ при различной температуре	54	115	Единицы атомной массы энергии, соотношение	2	7
$M_n$ для вычисления термодинамических функций по методу Темкина и Шварцмана	26	70	Изобарно-изотермический потенциал, изменение	6	30
Водородный показатель ( $pH$ ) стандартных растворов	44	105	Индикаторы цветные	45	105
Волновые числа двухатомных молекул	68	126	Интегральная теплота растворения		
многоатомных молекул	70	129	кислот и щелочей в воде	11	52
тонкой структуры вращательно-колебательных полос	69	128	солей в ацетоне и метиловом спирте	14	54
Время жизни электронно возбужденных атомов	85	143	солей в воде	10	50
Вязкость жидкостей	35	95	солей в этиленгликоле	13	53
Давление критическое насыщенного пара воды над кристаллогидратами	38	97	солей, образующих кристаллогидраты	12	53
неорганических веществ органических веществ	20	62	Ионизация потенциал атомов	62	120
Диаметры кинетические атомов и молекул	21	63	молекул и радикалов	64	121
Дипольные моменты групп молекул в газообразном состоянии	22	64	Ионное произведение воды	46	106
молекул в жидким состоянии	22	64	Квантовый выход фотохимических реакций	86	143
Диссоциация термическая газов	74	135	Классификация реакций (по Ингольду)	79	141
Диффузионный потенциал	60	118	Кинетические диаметры атомов и молекул	74	135
	59	117	Константы диссоциации слабых кислот и оснований	68	126
	61	119	катализического действия ионов водорода	43	103
	25	69	кинетические гомогенные реакции	88	144
	52	114	многоатомных молекул	77	137
			равновесия газовых реакций	70	129
				24	66

Табл. Стр.

<b>Константы</b>		
скорости инверсии сахара-	80	141
зы		
скорости ионных реакций	83	142
в водных растворах		
скорости омыления этил-		
ацетата различными ще-		
лочками	82	142
скорости продолжения и		
обрыва цепей при поли-		
меризации	84	142
скорости щелочного омы-	81	141
ления сложных эфиров	78	140
уравнения Хаммета		
<b>Коэффициент(ы)</b>		
активности (летучести)		
реальных газов	28	71
активности сильных эле-		
ктролитов	48	107
ангармоничности	68	126
диффузии в жидкостях	91	145
диффузии в твердых те-		
лах	92	146
диффузии газов в возду-		
хе	90	145
диффузии электролитов в		
водных растворах	91	146
осмотические	50	110
температурный		
э. д. с.	53	114
электропроводности	42	101
перехода от массы к энер-		
гии	5	7
самодиффузии неэлектро-		
литов	91	145
Критические параметры	38	97
Магнетон Бора	1	5
Магнитная восприимчивость		
атомов	72	134
Магнитный момент молекул	71	134
Межъядерное расстояние	29	73
	68	126
	70	129
Моляльность средняя ион-		
ная	49	110
Момент инерции молекул	68	126
Мультиплетность	67	125
Нейtron, масса покоя	1	5
<b>Объем</b>		
атомный (молекулярный)		
кристаллических ве-		
ществ	18	59
критический	38	97
Парахоры атомов и связей	57	117
Перенапряжение водорода	56	116

<b>Плотность</b>					
воды при различных тем-					
пературах	34	94			
жидкостей	33	94			
Поверхностное натяжение					
жидкостей	36	96			
Показатель преломления					
жидкостей	37	97			
Поляризация жидкостей	61	119			
Постоянные основные физи-					
ческие					
в единицах СИ и СГС					
Больцмана	1	5			
вторая радиационная	1	6			
газовая	4	7			
гравитационная	1	6			
магнитная	1	6			
магнитного момента моле-					
кул	1	6			
Планка	1	5			
Ридберга	1	5			
Стефана — Больцмана	1	6			
электрическая	1	6			
Постоянные					
кристаллических решеток	73	135			
химических газов	27	70			
<b>Потенциал(ы)</b>					
диффузионный	52	114			
изобарно-изотермический,					
изменение	6	30; 31			
	15	55			
ионизации					
атомов	62	120			
молекул и радикалов	64	121			
нулевого заряда	55	115			
электродные	51	111			
Произведение растворимо-					
сти	47	106			
Протон, масса покоя	1	5			
Работа выхода электронов	55	115			
Радиусы					
атомов и ионов (кристал-					
лические)	65	123			
ионов в растворах	66	124			
первый Бора	1	6			
Растворимость газов в во-					
де	31	86			
Рефракция атомная	58	117			
Скорость света	1	5			
Спектр вращательно-колеба-					
тельный HCl	69	128			
Средство к электрону					
атомов	63	121			
молекул и радикалов	64	121			
Статистический вес	68	126			
Строение многоатомных мо-					
лекул	70	129			

Температура				
воздонки	22	64		
диссоциации твердых ве- ществ	23	66	двойные диаграммы	32
кипения	22	64	двухкомпонентных систем	86
критическая	38	97	однокомпонентных систем	32
плавления	18	59	трехкомпонентных систем	86
характеристическая кристаллических ве- ществ	18	59		
многоатомных газовых молекул	70	129	Физические постоянные, зна- чения и символы	1
Температурный коэффици- ент			Числа переноса ионов	41
э. д. с.	53	114	Число	
электропроводности	42	101	Авогадро	1
Тепловой эффект, см. Эн- тальпия, изменение, Теп- лота			Фарадея	1
Теплоемкость				
истинная	6	8	Э. д. с., температурный ко- эффициент	53
средняя	7	32		114
эмпирические зависимости	30	75; 79	Электродный потенциал	51
Теплота			Электрон, масса покоя	1
гидратации ионов	15	55	Электропроводность	
испарения, эмпирические зависимости	30	76	молекулярная растворов	
образования, см. Энтал- пия, изменение			слабых кислот и основ- аний	43
образования радикалов	76	137		103
образования, эмпириче- ские зависимости	30	79	температурный коэффи- циент	42
плавления, эмпирические зависимости	30	76	удельная воды	39
растворения, см. Инте- гральная теплота рас- творения			эквивалентная ионов при	
сгорания	9	49	бесконечном разведении	42
сгорания, эмпирические зависимости	30	75	растворов электролитов	40
Термодинамические величи- ны для				99
ионов в водных расство- рах	6	30	Энергия	
ионов в жидким амиаке	6	31	активации гомогенных ре- акций	77
простых веществ	6	8	активации каталитических	89
соединений неорганиче- ских	6	10	реакций	145
соединений органических	6	22	активации реакций разло- жения	
Термодинамические функции			в отсутствие и в при- сутствии катализатора	
Дебал	19	60	87	144
$-\frac{G^\circ - H_0^\circ}{T}$ и $H_T^\circ - H_0^\circ$	8	44	гидратации ионов	15
Эйнштейна	17	57	диссоциации молекул	68
Термы атомов и молекул	67	125	75	
	68	127	криSTALLических решеток	16
			разрыва связей	75
			связи (средние)	29
				73
			Энталпия, изменения при	
			аллотропных превраще- ниях	6
			6	8
			диссоциации	6
			6	8
			испарении	30
				76
			образовании гидратиро- ванных (сольватирован- ных) ионов	6
			30; 31	
			15	55
			образовании радикалов	76
			137	
			образовании сложных ве- ществ из простых	6
			8	
			30	79
			плавлении	6
			8	
			30	76

Табл. Стр.

Энтальпия, изменение при работе гальванических элементов	53	114
растворении кислот и оснований	11	52
растворении солей в ацетоне и метиловом спирте	14	54
растворении солей в воде	10	50
	12	53

Табл. Стр.

Энтальпия, изменение при растворении солей в этиленгликоле	13	53
сгорания	9	49
	30	75
Энтропия		
гидратации ионов	15	55
стандартные значения	6	8
эмпирические зависимости	30	77; 79

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к четвертому изданию . . . . .	3
1. Основные физические постоянные . . . . .	5
2. Единицы атомной массы . . . . .	7
3. Соотношение между различными единицами энергии . . . . .	7
4. Значения газовой постоянной $R$ в различных единицах . . . . .	7
5. Коэффициенты перехода от массы к энергии . . . . .	7
6. Термодинамические величины для простых веществ, соединений и ионов в водных растворах и в жидком аммиаке . . . . .	8
7. Средняя теплоемкость простых веществ и соединений . . . . .	32
<b>8. Значения функций <math>\frac{G^\circ - H_0}{T}</math> и <math>H_T^\circ - H_0^\circ</math> для вычисления констант равновесия газовых реакций . . . . .</b>	<b>44</b>
9. Теплота сгорания органических соединений в стандартных условиях . . . . .	49
10. Интегральная теплота растворения солей в воде при $25^\circ\text{C}$ . . . . .	50
11. Интегральная теплота растворения кислот и щелочей в воде при $25^\circ\text{C}$ . . . . .	52
12. Интегральная теплота растворения солей, образующих кристаллогидраты, при $18^\circ\text{C}$ . . . . .	53
13. Интегральная теплота растворения некоторых солей в этиленгликоле . . . . .	53
14. Интегральная теплота растворения некоторых солей в ацетоне и метиловом спирте . . . . .	54
15. Химическая теплота, энтропия и энергия гидратации ионов в бесконечно разбавленных водных растворах при $25^\circ\text{C}$ . . . . .	55
16. Энергия кристаллических решеток . . . . .	56
17. Термодинамические функции Эйнштейна для линейного гармонического осциллятора . . . . .	57
18. Температура плавления, атомный (молекулярный) объем вблизи температуры плавления и характеристическая температура некоторых веществ в кристаллическом состоянии . . . . .	59
19. Термодинамические функции Дебая для кристаллических веществ . . . . .	60
20. Давление насыщенного пара, воды, льда и переохлажденной воды при различной температуре . . . . .	62
21. Давление пара над кристаллогидратами при различной температуре . . . . .	63
22. Температура возгонки или кипения индивидуальных веществ при различном давлении . . . . .	64
23. Температура диссоциации твердых веществ при различном давлении . . . . .	66
24. Термодинамические константы равновесия важнейших газовых реакций в зависимости от температуры . . . . .	66
25. Степень диссоциации газов при различных температурах и давлениях . . . . .	69
26. Величина $M_n$ для вычисления термодинамических функций по методу Темкина и Шварцмана . . . . .	70
27. Химические постоянные газов . . . . .	70
28. Значения коэффициентов активности (летучести) реальных газов . . . . .	71

29. Энергия связи . . . . .	73
30. Эмпирические данные и зависимости для вычисления термодинамических величин . . . . .	75
31. Растворимость газов в воде при нормальных условиях . . . . .	86
32. Фазовые диаграммы . . . . .	86
33. Плотность некоторых жидкостей при различной температуре . . . . .	94
34. Плотность воды при различной температуре . . . . .	94
35. Вязкость некоторых жидкостей при различной температуре . . . . .	95
36. Поверхностное натяжение некоторых жидкостей при различной температуре . . . . .	96
37. Показатели преломления некоторых жидкостей . . . . .	97
38. Критические параметры . . . . .	97
39. Удельная электропроводность предельно чистой воды, перегнанной в вакууме . . . . .	98
40. Эквивалентная электропроводность разбавленных водных растворов электролитов при 25°С . . . . .	99
41. Числа переноса катионов в водных растворах электролитов при 25°С . . . . .	100
42. Предельная эквивалентная электропроводность ионов при бесконечном разведении при 25°С и температурный коэффициент электропроводности . . . . .	101
43. Термодинамическая константа диссоциации слабых кислот и оснований и молекулярная электропроводность растворов при 25°С . . . . .	103
44. pH стандартных растворов . . . . .	105
45. Цветные индикаторы . . . . .	105
46. Ионное произведение воды при различной температуре . . . . .	106
47. Произведение растворимости при 25°С . . . . .	106
48. Коэффициенты активности сильных электролитов при 25°С . . . . .	107
49. Соотношение между моляльностью, средней ионной моляльностью, активностью и средним ионным коэффициентом активности для различных электролитов . . . . .	110
50. Осмотические коэффициенты электролитов при 25°С . . . . .	110
51. Стандартные электродные потенциалы в воде при 25°С . . . . .	111
52. Диффузионные потенциалы при 25°С . . . . .	114
53. Температурные коэффициенты электродвижущей силы . . . . .	114
54. Величина $\frac{2,303 RT}{F}$ при различной температуре . . . . .	115
55. Потенциалы нулевого заряда . . . . .	115
56. Перенапряжение водорода . . . . .	116
57. Параборы атомов и связей . . . . .	117
58. Атомные рефракции . . . . .	117
59. Дипольные моменты некоторых молекул в газообразном состоянии . . . . .	117
60. Дипольные моменты групп в различных молекулах . . . . .	118
61. Дипольный момент молекул, диэлектрическая проницаемость и поляризация жидкостей . . . . .	119
62. Энергия (потенциал) ионизации для разных степеней ионизации . . . . .	120
63. Средство атомов к электрону . . . . .	121
64. Потенциал ионизации и средство к электрону некоторых молекул и радикалов . . . . .	121
65. Радиусы атомов и ионов . . . . .	123
66. Радиусы некоторых многоатомных ионов в растворах . . . . .	124
67. Термы атомов и молекул . . . . .	125
68. Константы двухатомных молекул . . . . .	126
69. Вращательно-колебательный спектр HCl . . . . .	128
70. Строение и константы многоатомных молекул в газообразном состоянии . . . . .	129
71. Магнитный момент молекул . . . . .	134
72. Атомная магнитная восприимчивость . . . . .	134
73. Постоянные кристаллических решеток . . . . .	135
74. Кинетические диаметры атомов и молекул . . . . .	135
75. Энергия разрыва связей (энергия диссоциации) газообразных молекул при 0°К в основном состоянии . . . . .	136
76. Теплота образования радикалов . . . . .	137

77. Кинетические константы гомогенных реакций . . . . .	137
78. Константы уравнения Хаммета для некоторых серий гетеролитических реакций . . . . .	140
79. Классификация реакций (по Ингольду) . . . . .	141
80. Константы скорости инверсии сахарозы в 0,1 н. серной кислоте . . . . .	141
81. Константы скорости щелочного омыления сложных эфиров . . . . .	141
82. Константы скорости омыления этилацетата при 25° С . . . . .	142
83. Константы скорости некоторых ионных реакций в водных растворах при 25° С . . . . .	142
84. Константы скоростей продолжения и обрыва цепей при полимеризации (температура 25° С) . . . . .	142
85. Среднее время жизни некоторых электронновозбужденных атомов . . . . .	143
86. Квантовый выход фотохимических реакций . . . . .	143
87. Энергия активации некоторых реакций разложения в отсутствие и в при- существии катализатора . . . . .	144
88. Константы каталитического действия ионов водорода . . . . .	144
89. Энергия активации некоторых каталитических реакций . . . . .	145
90. Коэффициенты диффузии газов в воздухе . . . . .	145
91. Коэффициенты диффузии в жидкостях при атмосферном давлении . . . . .	145
92. Коэффициенты диффузии в твердых телах . . . . .	146
Литература . . . . .	147
Логарифмы . . . . .	149
Антилогарифмы . . . . .	151
Предметный указатель . . . . .	153

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

с. 160

УДК 541. 10

Издательство „Химия”, Ленинградское отделение  
Невский пр., 28

Редактор С. Л. Томарченко  
Техн. редактор З. Е. Маркова  
Корректор Г. П. Батракова

---

Подписано к печати 14/V 1965 г. М 26910.  
Бумага 60 × 90. Тираж 35000 экз. Уч.-изд. л. 12,67.  
Цена 78 коп. Печ. л. 10,0. Заказ № 1083.

---

Ленинградская типография № 2  
имени Евгении Соколовой Главполиграфпрома  
Государственного комитета Совета  
Министров СССР по печати. Измайловский пр., 29.

### ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница, № таблицы	Графа	Строка	Напечатано	Следует читать
59	7	4 св. 7 св.	13,65 11,22	13,65 ** 11,22 **
135, № 73	1—3	Последняя строка	Zn   2,657; 4,948	Zn   2,657; 4,948   » »
146	4 Головка таблицы	5 св. 7 св.	$S_t$ $D \cdot 10^{-5}$	Si $D \cdot 10^5$

Зак. 1083