

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Седьмое издание: «Краткий справочник физико-химических величин» под редакцией К.П. Мищенко и А.А. Равделя, Л.: Химия, 1974 г. – 200 стр.

В большинстве таблиц неорганические вещества расположены по алфавиту формул, а органические – в порядке возрастания числа атомов углерода, водорода, галогенов, кислорода и азота; в некоторых таблицах принято логическое расположение – по периодической таблице, по типам реакций и т.п. Не вполне надёжные величины приведены в скобках.

1. Термодинамические величины (изменение энтальпии, энтропии и энергии Гиббса при образовании, молярная теплоёмкость) для простых веществ, соединений и ионов в водных растворах и жидком аммиаке:

1.1. Ag-Hg (простые вещества);

1.2 I_(г.) – Zr-α (простые вещества); AgBr – Ag₂O (неорганические соединения);

1.3 As₂S-α – CoSO₄ (неорганические соединения);

1.4 CrCl₃ – In₂(SO₄)₃ (неорганические соединения);

1.5 KAl(SO₄)₂ – NaHCO₃ (неорганические соединения);

1.6 NaI – SO₂ (неорганические соединения);

1.7 SO₂Cl₂ – ZrO₂-α (неорганические соединения);

1.8 Метан (CH₄) – фенантрен (C₁₄H₁₀) (углеводороды);

1.9 Формальдегид (CH₂O) – масляная кислота (C₄H₈O₂) (кислородсодержащие органические соединения);

1.10 Этилацетат (C₄H₈O₂) – хлороформ (ж) (CHCl₃) (кислород- и галогенсодержащие органические соединения);

1.11 Хлороформ (г) (CHCl₃) – нитробензол (C₆H₅NO₂) (галоген- и азотсодержащие органические соединения);

1.12 Ag⁺ - Zn₂⁺ (ионы в воде); Ag⁺ - SCN⁻ (ионы в жидком аммиаке).

2. Средняя молярная теплоёмкость простых веществ и соединений:

2.1. Ag-Zr (простые вещества);

2.2 AgBr – Cu₂O (неорганические соединения);

2.3 FeCO₃ – Na₂S (неорганические соединения);

2.4 Na₂SO₄ – ZrO₂ (неорганические соединения); метан (CH₄) – пропан (C₃H₈) (углеводороды);

2.5 1,3-бутадиен (C₄H₆) – н-октан (C₈H₁₈) (углеводороды); формальдегид (CH₂O) – этиленоксид (C₂H₄O) (кислородсодержащие органические соединения);

2.6 Уксусная кислота (C₂H₄O₂) – пиридин (C₅H₅N) (кислород-, галоген- и азотсодержащие органические вещества).

3. Значения функций $-(G^0-H^0/T)$ и $H^0_T-H^0_0$ для вычисления констант равновесия газовых реакций:

3.1 Простые вещества и неорганические соединения при температуре 298 – 2000 К;

3.2 Органические соединения;

3.3 Вещества при температуре 3000 – 10 000 К.

4. Теплота сгорания органических соединений в стандартных условиях.

5. Интегральная теплота растворения ΔH_m солей в воде при 298 К.

6. Интегральная теплота растворения $(-\Delta H_m)$ кислот и щелочей в воде при 298 К.

7. Интегральная теплота растворения ΔH_m солей, образующих кристаллогидраты при 291 К.

Интегральная теплота растворения ΔH_m некоторых солей в этиленгликоле.

8. Интегральная теплота растворения ΔH_m солей некоторых солей в ацетоне, этиловом и метиловом спиртах. Интегральная теплота растворения ΔH_m йодистого натрия в водно-диоксановом растворителе при 298 К.

9. Химическая теплота, энтропия и энергия Гиббса гидратации ионов в бесконечно разбавленных водных растворах при 298 К.

10. Энергия кристаллических решёток.

11. Термодинамические функции Эйнштейна для линейного гармонического осциллятора.

12. Температура плавления, атомный (молекулярный) объём вблизи температуры плавления и характеристическая температура некоторых веществ в кристаллическом состоянии.

13. Термодинамические функции Дебая для кристаллических веществ:

13.1 θ/T от 0,0 до 3,0;

13.2 θ/T от 3,1 до 7,6.

14. Давление насыщенного пара воды, льда и переохлаждённой воды при различной температуре.

15. Давление насыщенного пара ртути. Температура возгонки или кипения некоторых веществ при давлении свыше 1 атм.

17. Температура возгонки или кипения индивидуальных веществ при давлении менее 1 атм.

17.1 Неорганические вещества, органические соединения: дихлордифторметан (CCl_2F_2) – диоксид углерода (CO_2);

17.2 Органические соединения: трихлоруксусная кислота (CCl_3COOH) – антрацен ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}$).

18. Давление пара над кристаллогидратами при различной температуре.

19. Температура диссоциации твёрдых веществ при различном давлении. Термодинамические константы равновесия важнейших газовых реакций в зависимости от температуры.

20. Термодинамические константы равновесия важнейших газовых реакций в зависимости от температуры. Степень диссоциации газов при различных температурах и давлениях.

21. Величина M_p для вычисления термодинамических функций по методу Тёмкина и Шварцмана. Химические постоянные j газов.

22. Значения коэффициентов активности (летучести) реальных газов для $T/T_{кр}$ от 1,0 до 3,5.

23. Значения коэффициентов активности (летучести) реальных газов для $T/T_{кр}$ от 5 до 35. Зависимость коэффициента активности (летучести) реальных газов от приведенных давления и температуры.

24. Зависимость энтальпии газа от приведенных давления и температуры.

25. Зависимость теплоемкости газов от приведенных давления и температуры.

26. Энергия связи.

27. Эмпирические данные и зависимости для вычисления термодинамических величин:

27.1 Теплоёмкость. Теплота сгорания органических веществ в газообразном состоянии. Теплота испарения неполярных жидкостей при нормальной температуре кипения. Теплота плавления;

27.2 Энтропия;

27.3 Приближённый расчёт стандартной теплоты образования, теплоёмкости и энтропии органических веществ в идеализированном газовом состоянии;

27.4 Термодинамические свойства основных органических веществ. Поправки на первичное замещение водорода метильными группами;

27.5 Поправки на вторичное замещение водорода метильными группами. Поправки на замещение простых связей сложными;

27.6 Поправки на группы, замещающие метильную группу;

27.7 Расчёт критических параметров. Растворимость газов в воде при нормальных условиях.

28. Фазовые диаграммы состояния:

28.1 Пояснения к фазовым диаграммам;

28.2 Диаграммы состояния H_2O , AgCl-NaCl , $\text{CaSiO}_3\text{-MnSiO}_3$, $\text{CH}_3\text{COOH-H}_2\text{O}$, Cu-Ni , Mn-Ni , $\text{CCl}_4\text{-C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$;

28.3 Диаграммы состояния $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$, фурфурол-вода, Al-Si , $\text{CCl}_4\text{-C}_2\text{H}_5\text{OH}$, AgCl-KCl , Al-Mg , $\text{CaCl}_2\text{-CsCl}$, CuCl-KCl , Au-Sb ;

28.4 Диаграммы состояния $\text{KNO}_3\text{-NaNO}_3$, Al-Pb ; Bi-Pb , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2\text{-H}_2\text{O}$, $\text{Tl}_2\text{SO}_4\text{-Tl}_2(\text{NO}_3)_2\text{-Tl}_2\text{Cl}_2$, Bi-Sn-Pb ,

$\text{m-C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2\text{-C}_6\text{H}_5\text{COOH-C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$.

29. Показатели преломления некоторых жидкостей при 20 °С. Плотность воды при различной температуре. Плотность некоторых жидкостей при различной температуре.

30. Плотность растворов солей в воде. Плотность растворов неорганических кислот и щелочей в воде.

31. Вязкость некоторых жидкостей при различной температуре. Вязкость водных растворов. Поверхностное натяжение жидкостей при различной температуре.
32. Поверхностное натяжение жидкостей при различной температуре. Критические параметры простых веществ и неорганических соединений.
33. Критические параметры органических соединений. Удельная электропроводность предельно чистой воды, перегнанной в вакууме.
34. Эквивалентная электропроводность разбавленных водных растворов электролитов при 298 К. Числа переноса катионов в водных растворах электролитов при 298 К.
35. Предельная эквивалентная электропроводность ионов (при бесконечном разведении) при 298 К и температурный коэффициент электропроводности.
36. Предельная эквивалентная электропроводность ионов в воде при различных температурах. Электропроводность растворов слабых кислот и оснований при 298 К.
37. Константы диссоциации слабых кислот в водных растворах при 298 К.
38. Константы диссоциации слабых кислот и оснований в водных растворах при 298 К. Константы нестойкости некоторых комплексных соединений. Аммиачные комплексы.
- 38.1 Ацетатные, бромидные, гидроксидные, иодидные, хлоридные цианидные, этилендиаминовые комплексы.
- 38.2 Этилендиаминовые комплексы.
39. pH стандартных растворов. Цветные индикаторы. Ионное произведение воды при различной температуре. Произведение растворимости малорастворимых веществ при 298 К.
40. Коэффициенты активности сильных электролитов при 298 К.
41. Коэффициенты активности сильных электролитов при 298 К. Соотношение между моляльностью, средней ионной моляльностью, активностью и средним ионным коэффициентом активности для различных электролитов. Осмотические коэффициенты электролитов при 298 К.
42. Стандартные электродные потенциалы в водных растворах при 298 К.
- 42.1 Электроды, обратимые относительно катиона. Электроды, обратимые относительно аниона. Электроды второго рода.
- 42.2 Электроды второго рода. Окислительно-восстановительные электроды.
- 42.3 Окислительно-восстановительные электроды.
43. Диффузионные потенциалы при 298 К. Температурные коэффициенты ЭДС.
44. Величина $\ln 10RT/F$ при различной температуре. Работа выхода электронов. Потенциалы нулевого заряда (нулевые точки).
45. Токи обмена.
46. Токи обмена. Перенапряжение выделения водорода η на Ag - Hg.
- 46.1 Перенапряжение выделения водорода η на Ni - Zn.
47. Парахоры P атомов и связей. Атомные рефракции.
48. Рефракции водных растворов солей и ионов (для света с бесконечной длиной волны). Дипольные моменты молекул в газообразном состоянии.
49. Дипольные моменты групп в различных молекулах.
50. Дипольный момент молекул. Диэлектрическая проницаемость и поляризация жидкостей.
51. Энергия (потенциал) ионизации для разных ступеней ионизации атомов. Сродство атомов к электрону.
52. Потенциал ионизации и сродство к электрону некоторых молекул и радикалов. Радиусы атомов и ионов (Ag-Mg).
53. Радиусы атомов и ионов (Mn-Zn). Радиусы многоатомных ионов в растворах.
54. Термы атомов и молекул.
55. Константы двухатомных молекул.
56. Нормированные волновые функции водородоподобных атомов. Электронно-колебательно-вращательный спектр хлороводорода.
57. Строение и константы многоатомных молекул в газообразном состоянии:
- 57.1 CO_2 - SO_2 ;
- 57.2 NH_3 - CHCl_3 ;
- 57.3 CCl_4 - C_2H_4 .

58. Характеристические частоты поглощения различных групп атомов:

58.1 Метил-ацетилен-;

58.2 Кумулен-полизамещённые группы.

59. Главные моменты инерции.

60. Магнитный момент молекул Атомные инкременты для вычисления магнитной восприимчивости по Паскалю.

61. Химические сдвиги протонов и некоторых ядер.

62. Постоянные кристаллических решёток. Координационные числа кристаллов. Кинетические диаметры атомов и молекул.

63. Энергия разрыва связей (энергия диссоциации) газообразных молекул при 0 К в основном состоянии. Теплота образования радикалов. Кинетические константы гомогенных реакций.

64. Кинетические константы гомогенных реакций.

65. Реакции в растворах.

66. Реакционные константы для некоторых серий гетеролитических реакций.

67. Константы заместителей для замещённых фенилов.

68. Классификация реакций по Ингольду. Константы скорости инверсии сахарозы в 0,1 н. серной кислоте. Константы скорости щелочного омыления сложных эфиров. Константы скорости омыления этилацетата при 298 К. Константы скорости реакций диссоциации в растворах. Константы скорости продолжения и обрыва цепей при полимеризации.

69. Среднее время жизни некоторых электронновозбуждённых атомов. Квантовый выход фотохимических реакций. Энергия активации некоторых реакций разложения в отсутствие и в присутствии катализатора. Константы каталитического действия ионов водорода.

70. Энергия активации некоторых каталитических реакций. Коэффициенты диффузии в жидкостях при атмосферном давлении. Коэффициенты диффузии в твёрдых телах.

6. Термодинамические величины для простых веществ,

$\Delta H_{f,298}^\circ$ — изменение энтальпии (тепловой эффект) при образовании соединения из простых веществ в стандартных условиях; ΔG_{298}° — изменение изобарно-изотермического потенциала при образовании гидратированных (сольватированных) ионов из простых веществ; S_{298}° — стандартное значение энтропии; C_p° — теплоемкость при постоянном давлении.

№ по пор.	Вещество	ΔH_f^{298} кДж/моль	S_{298}° дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град			C_p^{298}
				Коэффициенты уравнения $C_p^{\circ} = \varphi(T)$			
				a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$	
I. Простые							
1	Ag (кр.)	0	42,69	23,97	5,28	—0,25	25,48
2	Al (кр.)	0	28,31	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-α	0	(64,9)	22,26	13,8	—	26,36
7	Ba-β	—	—	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 (г.)	111,84	174,90	—	—	—	20,79 *
11	Br ⁻ (г.)	—218,86	163,38	—	—	—	20,79 *
12	Br ₂ (ж.)	0	152,3	—	—	—	75,71
13	Br ₂ (г.)	30,92	245,35	37,20	0,71	—1,19	36,0
14	C (алмаз)	1,897	2,38	9,12	13,22	—6,19	6,07
15	C (графит)	0	5,74	17,15	4,27	—8,79	8,53
16	Ca-α	0	41,62	22,2	13,9	—	26,28
17	Cd-α	0	51,76	22,22	12,30	—	25,90
18	Cl (г.)	121,3	165,09	23,14	—0,67	—0,96	21,84
19	Cl ⁻ (г.)	—233,6	153,25	—	—	—	20,79 *
20	Cl ₂ (г.)	0	223,0	36,69	1,05	—2,52	33,84
21	Co-α	0	30,04	21,38	14,31	—0,88	24,6
22	Cr (кр.)	0	23,76	24,43	9,87	—3,68	23,35

соединений и ионов в водных растворах и в жидком аммиаке

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

$$C_p^\circ = a + bT + c/T^2$$

или

$$C_p^\circ = a + bT + cT^2 + dT^3$$

ΔH_f^{298} ккал/моль	S^{298} кал/моль·град	Теплоемкость, кал/моль·град			C_p^{298}	Температурный интервал, °K	№ по пор.
		Коэффициенты уравнения $C_p = \varphi(T)$					
		a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$			
вещества							
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	5,23	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
26,73	41,80	—	—	—	4,97 *	—	10
-52,31	39,05	—	—	—	4,97 *	—	11
0	36,4	—	—	—	18,10	298	12
7,39	58,64	8,89	0,17	-0,28	8,60	298—1500	13
0,453	0,568	2,18	3,16	-1,48	1,45	298—1200	14
0	1,37	4,10	1,02	-2,10	2,04	298—2300	15
0	9,95	5,31	3,33	—	6,28	273—713	16
0	12,37	5,31	2,94	—	6,19	273—594	17
29,0	39,46	5,53	-0,16	-0,23	5,22	298—2000	18
-55,84	36,63	—	—	—	4,97 *	—	19
0	53,30	8,77	0,25	-0,60	8,09	273—1500	20
0	7,18	5,11	3,42	-0,21	5,88	298—650	21
0	5,68	5,84	2,36	-0,88	5,58	298—1823	22

№ по пор.	Вещество	ΔH_f^{298} кдж/моль	S_{298}^0 дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град			C_p^{298}
				Коэффициенты уравнения $C_p^0 = \varphi(T)$			
				a	b · 10 ³	c · 10 ⁻⁵	
40	I (г.)	106,76	180,7	—	—	—	20,79 *
41	I ⁻ (г.)	-195,00	169,2	—	—	—	20,79 *
42	I ₂ (кр.)	0	116,73	40,12	49,79	—	54,44
43	I ₂ (г.)	62,24	260,58	37,40	0,59	-0,71	36,9
44	In (кр.)	0	(58,1)	20,26	21,6	—	26,7
45	K (кр.)	0	64,35	—	—	—	29,96 **
46	Li (кр.)	0	28,03	12,76	35,98	—	23,64
47	Mg (кр.)	0	32,55	22,3	10,64	-0,42	24,8
48	Mn-α	0	31,76	23,85	14,14	-1,59	26,32
49	Mo (кр.)	0	28,58	22,93	5,44	—	23,75
50	N ₂ (г.)	0	191,5	27,87	4,27	—	29,10
51	Na (кр.)	0	51,42	20,92	22,43	—	28,22
52	Ni-α	0	29,86	16,99	29,46	—	26,05
53	O (г.)	249,18	160,95	—	—	—	21,90
54	O ⁺ (г.)	1568,8	154,85	—	—	—	20,79 *
55	O ⁻ (г.)	101,43	157,69	—	—	—	21,67
56	OH (г.)	38,96	183,64	—	—	—	29,89
57	OH ⁺ (г.)	1317,2	182,66	—	—	—	29,12
58	OH ⁻ (г.)	-134,53	171,42	—	—	—	29,12
59	O ₂ (г.)	0	205,03	31,46	3,39	-3,77	29,36
60	O ₃ (г.)	142,3	238,8	47,03	8,03	-9,04	39,20
61	P (бел.)	0	44,35	—	—	—	23,22 **
62	P (красн.)	-18,41	(22,8)	19,83	16,32	—	20,83
63	P ₂ (г.)	141,5	218,1	35,86	1,15	-3,68	31,92
64	Pb (кр.)	0	64,9	23,93	8,70	—	26,82
65	Pt (кр.)	0	41,8	24,02	5,61	—	26,57
66	Rb (кр.)	0	(76,2)	—	—	—	30,42 **
67	S (монокл.)	0,30	32,55	14,90	29,08	—	23,64
68	S (ромб.)	0	31,88	14,98	26,11	—	22,60
69	S ₂ (г.)	(129,1)	227,7	36,11	1,09	-3,52	32,47
70	Sb (кр.)	0	(45,69)	23,1	7,28	—	25,43
71	Se (кр.)	0	42,44	18,95	23,01	—	25,36
72	Si (кр.)	0	18,72	24,02	2,58	-4,23	19,8
73	Sn (бел.)	0	51,4	18,49	26,36	—	26,36
74	Sr (кр.)	0	54,4	23,43	5,73	—	25,1
75	Te (кр.)	0	49,71	23,8	6,28	—	25,6
76	Th (кр.)	0	53,39	21,67	19,0	—	27,33
77	Ti-α	0	30,66	22,09	10,04	—	25,0
78	Ti-α	0	64,22	22,01	14,48	—	26,40
79	U (кр.)	0	50,33	14,18	33,56	2,93	27,5
80	W (кр.)	0	32,76	24,02	3,18	—	24,8
81	Zn (кр.)	0	41,59	22,38	10,04	—	25,48
82	Zr-α	0	38,9	28,58	4,69	-3,81	25,15

II. Неорганические

83	AgBr (кр.)	-99,16	107,1	33,18	64,43	—	52,38
84	AgCl (кр.)	-126,8	96,07	62,26	4,18	-11,30	50,78
85	AgI-α	(-64,2)	114,2	24,35	100,8	—	54,43
86	AgNO ₃ -α	-120,7	140,9	36,65	189,1	—	(93,05)
87	Ag ₂ O (кр.)	-30,56	121,7	55,48	29,46	—	65,56

Продолжение

№ по пор.	Температурный интервал, °K	C_p^{298}	Теплоемкость, кал/моль·град			S_{298}^0 кал/моль·град	ΔH_f^{298} ккал/моль	№ по пор.
			Коэффициенты уравнения $C_p = \varphi(T)$					
			a	b · 10 ³	c · 10 ⁻⁵			
40	—	4,97 *	—	—	43,18	25,52	40	
41	—	4,97 *	—	—	40,43	-46,61	41	
42	298—387	13,01	—	—	27,9	0	42	
43	298—3000	8,82	0,14	-0,17	62,28	14,88	43	
44	298—430	6,39	5,16	—	(13,9)	0	44	
45	298—336	7,18 **	—	—	15,38	0	45	
46	273—454	5,65	8,60	—	6,70	0	46	
47	298—923	5,93	2,54	-0,10	7,78	0	47	
48	298—1000	6,29	3,38	-0,38	7,59	0	48	
49	298—1800	5,68	1,30	—	6,83	0	49	
50	298—2500	6,96	1,02	—	45,77	0	50	
51	298—371	6,74	5,36	—	12,29	0	51	
52	298—630	6,20	7,04	—	7,14	0	52	
53	298	5,24	—	—	38,47	59,56	53	
54	—	4,97 *	—	—	37,01	374,95	54	
55	298	5,18	—	—	37,69	24,24	55	
56	298	7,14	—	—	43,89	9,31	56	
57	298	6,96	—	—	43,66	314,81	57	
58	298	6,96	—	—	40,97	-32,15	58	
59	298—3000	7,02	0,81	-0,90	49,00	0	59	
60	298—1000	9,37	1,92	-2,16	57,07	34,0	60	
61	273—317	5,55 **	—	—	10,6	0	61	
62	298—800	4,98	3,90	—	(5,46)	-4,4	62	
63	273—2000	7,63	0,28	-0,88	52,1	33,8	63	
64	273—600	6,41	2,08	—	15,5	0	64	
65	298—1800	6,35	1,34	—	10,0	0	65	
66	273—312	7,27 **	—	—	(18,2)	0	66	
67	368—392	5,65	6,95	—	7,78	0,07	67	
68	273—368,6	5,40	6,24	—	7,62	0	68	
69	273—2000	7,77	0,26	-0,84	54,4	(30,9)	69	
70	298—903	6,08	1,74	—	(10,92)	0	70	
71	273—493	6,06	5,50	—	10,15	0	71	
72	273—1174	4,73	0,62	-1,01	4,5	0	72	
73	273—505	6,30	6,30	—	12,3	0	73	
74	298—508	6,0	1,37	—	13,0	0	74	
75	273—620	6,11	1,5	—	11,88	0	75	
76	298—1500	6,53	4,54	—	12,76	0	76	
77	298—1155	5,98	2,4	—	7,33	0	77	
78	273—505	6,3	3,46	—	15,35	0	78	
79	298—935	6,57	8,02	0,7	12,03	0	79	
80	273—2000	5,93	0,76	—	7,8	0	80	
81	273—693	6,09	5,35	—	9,94	0	81	
82	298—1135	6,01	1,12	-0,91	9,3	0	82	

соединения

83	AgBr (кр.)	-23,7	25,6	7,93	15,40	—	12,52	298—691	83
84	AgCl (кр.)	-30,3	22,96	14,88	1,00	-2,70	12,14	273—725	84
85	AgI-α	(-15,34)	27,3	5,82	24,10	—	13,01	273—423	85
86	AgNO ₃ -α	-28,85	33,68	8,76	45,2	—	(22,24)	273—433	86
87	Ag ₂ O (кр.)	-7,30	29,1	13,26	7,04	—	15,67	298—500	87

* Теплоемкость не зависит от температуры.
 ** При температуре, указанной в графе «Температурный интервал».

№ по пор.	Вещество	ΔH_f^{298} кДж/моль	S^{298} дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град				C_p^{298}	ΔH_f^{298} ккал/моль	S^{298} кал/моль·град	Теплоемкость, кал/моль·град				C_p^{298}	Температурный интервал, °К	№ по пор.						
				Коэффициенты уравнения $C_p = \varphi(T)$			C_p^{298}				Коэффициенты уравнения $C_p = \varphi(T)$			C_p^{298}									
				a	b · 10 ³	c · 10 ⁻⁵					a	b · 10 ³	c · 10 ⁻⁵										
88	Ag ₂ S-α	(-33,2)	(140,6)	42,38	110,5	—	75,31		(-7,93)	(33,6)	10,13	26,4	—	18,0	273—448	88							
89	Ag ₂ SO ₄ (кр.)	-713,1	199,9	96,7	117	—	131,4		-170,4	47,8	23,1	27,9	—	31,4	298—597	89							
90	AlBr ₃ (кр.)	-526,2	184	78,41	78,08	—	102,5		-125,76	44,0	18,74	18,66	—	24,5	298—370	90							
91	AlCl ₃ (кр.)	-697,4	167,0	55,44	117,15	—	89,1		-166,8	39,9	13,25	28,0	—	21,3	273—453	91							
92	AlF ₃ -α	-1488	66,48	72,26	45,86	-9,62	75,10		-355,8	15,9	17,27	10,96	-2,30	17,95	298—727	92							
93	Al ₂ O ₃ (корунд)	-1675	50,94	114,56	12,89	-34,31	79,0		-400,3	12,18	27,38	3,08	-8,20	18,88	298—1800	93							
94	Al ₂ (SO ₄) ₃ (кр.)	-3434	239,2	366,3	62,6	-111,6	259,3		-821,0	57,2	87,55	14,96	-26,88	62,0	298—1100	94							
95	AsCl ₃ (г.)	-299,2	327,2	82,1	1,00	-5,94	75,7		-71,5	78,2	19,62	0,24	-1,42	18,1	298—2000	95							
96	As ₂ O ₃ (кр.)	(-656,8)	107,1	35,02	203,3	—	95,65		(-157,1)	25,6	8,37	48,6	—	22,86	273—548	96							
97	As ₂ O ₅ (кр.)	-918,0	105,4	—	—	—	117,5		-219,4	25,2	—	—	—	28,1	298	97							
98	BCl ₃ (г.)	-395,4	289,8	70,54	11,97	-10,21	62,63		-94,50	69,26	16,86	2,86	-2,44	14,97	298—1000	98							
99	BF ₃ (г.)	-1110	254,2	52,05	28,03	-8,87	50,53		-265,3	60,75	12,44	6,70	-2,12	12,08	298—1000	99							
100	B ₂ O ₃ (кр.)	-1264	53,85	36,53	106,3	-5,48	62,97		-302	12,87	8,73	25,41	-1,31	15,05	298—723	100							
101	BaCO ₃ (кр.)	-1202	112,1	86,90	49,0	-11,97	85,35		-287,3	26,8	20,77	11,7	-2,86	20,4	273—1040	101							
102	BaCl ₂ (кр.)	-859,8	125,5	71,13	13,97	—	75,3		-205,5	30,0	17,0	3,34	—	18,0	273—1198	102							
103	Ba(NO ₃) ₂ (кр.)	-991,6	213,7	125,7	149,4	-16,78	150,9		-237,0	51,07	30,0	35,7	-4,01	36,07	298—850	103							
104	BaO (кр.)	-556,6	70,3	53,30	4,35	-8,30	47,23		-133,0	16,8	12,74	1,04	-1,98	11,29	298—1270	104							
105	Ba(OH) ₂ (кр.)	-946,1	103,8	70,7	91,6	—	97,9		-226,1	24,8	16,9	21,9	—	23,4	298—680	105							
106	BaSO ₄ (кр.)	-1465	131,8	141,4	—	-35,27	101,8		-350,2	31,5	33,8	—	-8,43	24,3	273—1300	106							
107	BeO (кр.)	(-598,7)	14,10	35,36	16,74	-13,26	25,4		(-143,1)	3,37	8,45	4,00	-3,17	6,07	273—1175	107							
108	BeSO ₄ (кр.)	-1196	90,0	—	—	—	88		-286,0	21,5	—	—	—	21	298	108							
109	Bi ₂ O ₃ (кр.)	-578,0	151,2	103,51	33,47	—	113,5		-138,1	36,1	24,74	8,00	—	27,1	298—800	109							
110	CO (г.)	-110,5	197,4	28,41	4,10	-0,46	29,15		-26,41	47,18	6,79	0,98	-0,11	6,97	298—2500	110							
111	CO ₂ (г.)	-393,51	213,6	44,14	9,04	-8,53	37,13		-94,05	51,06	10,55	2,16	-2,04	8,87	298—2500	111							
112	COCl ₂ (г.)	-223,0	289,2	67,16	12,11	-9,03	60,67		-53,3	69,13	16,05	2,89	-2,16	14,50	298—1000	112							
113	COS (г.)	-137,2	231,5	48,12	8,45	-8,20	41,63		-32,8	55,33	11,50	2,02	-1,96	9,95	298—1800	113							
114	CS ₂ (ж.)	87,8	151,0	—	—	—	75,65		21,0	36,1	—	—	—	18,08	298	114							
115	CS ₂ (г.)	115,3	237,8	52,09	6,69	-7,53	45,65		27,55	56,84	12,45	1,60	-1,80	10,91	298—1800	115							
116	CaC ₂ -α	-62,7	70,3	68,62	11,88	-8,66	62,34		-15,0	16,8	16,4	2,84	-2,07	14,9	298—720	116							
117	CaCO ₃ (кальцит)	-1206	92,9	104,5	21,92	-25,94	81,85		-288,2	22,2	24,98	5,24	-6,20	19,56	298—1200	117							
118	CaCl ₂ (кр.)	(-785,8)	113,8	71,88	12,72	-2,5	72,61		(-187,8)	27,2	17,18	3,04	-0,60	17,36	298—1055	118							
119	CaF ₂ -α	-1214	68,87	59,83	30,46	1,96	67,03		-290,2	16,46	14,3	7,28	0,47	16,02	298—1000	119							
120	Ca(NO ₃) ₂ (кр.)	-936,9	193,2	122,9	154	-17,28	149,4		-223,9	46,2	29,37	36,80	-4,13	35,7	298—800	120							
121	CaO (кр.)	-635,1	39,7	49,63	4,52	-6,95	42,80		-151,8	9,5	11,86	1,08	-1,66	10,23	298—1800	121							
122	Ca(OH) ₂ (кр.)	-986,2	(83,4)	105,2	12,0	-19,0	87,5		-235,7	(19,9)	25,14	2,87	-4,54	20,9	298—600	122							
123	CaHPO ₄ (кр.)	-1820	88	—	—	—	—		-435,0	21	—	—	—	—	—	123							
124	CaHPO ₄ · 2H ₂ O (кр.)	-2409	167	—	—	—	97,1 *		-575,8	40	—	—	—	23,2 *	293	124							
125	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (кр.)	-3114,5	189,5	—	—	—	—		-744,4	45,3	—	—	—	—	—	125							
126	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O(кр.)	-3418	(259,8)	—	—	—	259,2		-817	(62,10)	—	—	—	62,0	298	126							
127	Ca ₃ (PO ₄) ₂ -α	-4125	240,9	201,8	166	-20,92	231,6		-985,9	57,6	48,24	39,68	-5,0	55,4	298—1373	127							
128	CaS (кр.)	-478,3	56,5	42,68	15,90	—	47,40		-114,3	13,5	10,2	3,8	—	11,33	273—1000	128							
129	CaSO ₄ (ангидрит)	-1424	106,7	70,21	98,74	—	99,66		-340	25,5	16,78	23,60	—	23,29	299—1400	129							
130	CdCl ₂ (кр.)	-389,0	115,3	61,25	40,17	—	73,22		-93,0	27,56	14,64	9,60	—	17,50	273—841	130							
131	CdO (кр.)	-256,1	54,8	40,38	8,70	—	43,43		-61,2	13,1	9,65	2,08	—	10,18	273—1200	131							
132	CdS (кр.)	-144,3	71,0	54,0	3,8	—	55,2		-34,5	17,0	12,9	0,90	—	13,2	273—1273	132							
133	CdSO ₄ (кр.)	-925,9	(123,1)	77,32	77,40	—	99,60		-221,3	(29,4)	18,48	18,5	—	23,8	298—1273	133							
134	Cl ₂ O (г.)	75,7	266,3	53,18	3,35	-7,78	45,6		18,2	63,64	12,71	0,8	-1,86	10,8	298—2000	134							
135	ClO ₂ (г.)	104,6	251,3	48,28	7,53	-7,74	41,8		25,0	60,06	11,54	1,80	-1,85	10,0	298—1500	135							
136	CoCl ₂ (кр.)	-325,4	106,6	60,29	61,09	—	78,6		-77,8	25,48	14,41	14,60	—	18,8	298—1000	136							
137	CoSO ₄ (кр.)	-867,9	113,3	125,9	41,51	—	138		-207,4	27,1	30,09	9,92	—	33,0	298—700	137							

* При температуре, указанной в графе «Температурный интервал».

№ по пор.	Вещество	ΔH_f^{298} кДж/моль	S_{298}^0 дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град				C_p^{298}	ΔH_f^{298} ккал/моль	S_{298}^0 кал/моль·град	Теплоемкость, кал/моль·град			C_p^{298}	Температурный интервал, °К	№ по пор.					
				Коэффициенты уравнения $C_p = \varphi(T)$			C_p^{298}				Коэффициенты уравнения $C_p = \varphi(T)$			C_p^{298}							
				a	b · 10 ³	c · 10 ⁻⁵					a	b · 10 ³	c · 10 ⁻⁵								
138	CrCl ₃ (кр.)	-554,8	122,9	81,34	29,41	—	91,8	—	-132,6	29,38	19,44	7,03	—	21,94	286—319	138					
139	CrO ₃ (кр.)	-594,5	72	—	—	—	—	—	-142,1	17,2	—	—	—	—	—	139					
140	Cr ₂ O ₃ (кр.)	-1141	81,1	119,4	9,20	-15,65	104,6	—	-273	19,78	28,53	2,20	-3,74	25,00	350—1800	140					
141	CsCl (кр.)	-432,9	100,0	49,79	9,54	—	52,63	—	-103,5	23,9	11,90	2,28	—	12,58	298—918	141					
142	CsI (кр.)	-336,7	130	48,53	11,21	—	51,87	—	-80,5	31	11,60	2,68	—	12,40	298—894	142					
143	CsOH (кр.)	-406,5	77,8	—	—	—	—	—	-97,2	18,6	—	—	—	—	—	143					
144	CuCl (кр.)	-134,7	91,6	43,9	40,6	—	56,1	—	-32,2	21,9	10,5	9,7	—	13,4	273—695	144					
145	CuCl ₂ (кр.)	-205,9	113	64,52	50,21	—	79,5	—	-49,2	27,0	15,42	12,00	—	19,0	273—773	145					
146	CuO (кр.)	(-165,3)	42,64	38,79	20,08	—	44,78	—	(-39,5)	10,2	9,27	4,80	—	10,7	298—1250	146					
147	CuS (кр.)	-48,5	66,5	42,05	11,05	—	47,82	—	-11,6	15,9	10,60	2,64	—	11,43	273—1273	147					
148	CuSO ₄ (кр.)	-771,1	113,3	78,53	71,96	—	100,0	—	-184,3	27,1	18,77	17,20	—	23,9	298—900	148					
149	Cu ₂ O (кр.)	-167,36	93,93	62,34	23,85	—	63,64	—	-40,00	22,44	14,9	5,7	—	16,7	298—1200	149					
150	Cu ₂ S (кр.)	-82,01	119,24	39,24	130,54	—	76,24	—	-19,60	28,50	9,38	31,2	—	18,7	298—376	150					
151	D ₂ O (г.)	-249,20	198,40	—	—	—	34,27	—	-59,46	47,41	—	—	—	8,19	298	151					
152	D ₂ O (ж.)	-294,61	72,36	—	—	—	82,42	—	-70,41	17,29	—	—	—	19,70	298	152					
153	FeCO ₃ (кр.)	-747,68	92,88	48,66	112,13	—	82,13	—	-178,70	22,20	11,63	26,8	—	19,63	298—855	153					
154	FeO (кр.)	-263,68	58,79	52,80	6,24	-3,19	48,12	—	-63,20	14,05	12,62	1,492	-0,762	12,20	298—1600	154					
155	Fe ₂ O ₃ (кр.)	-821,32	89,96	97,74	72,13	-12,89	103,70	—	-196,30	21,50	23,36	17,24	-3,08	24,80	298—1000	155					
156	Fe ₃ O ₄ (кр.)	-1117,71	151,46	167,03	78,91	-41,82	143,40	—	-266,90	36,20	39,92	18,86	-10,01	34,27	298—900	156					
157	FeS-α	-95,40	67,36	21,71	110,50	—	50,54	—	-22,80	16,10	5,19	26,40	—	13,10	298—411	157					
158	FeS-β	$\Delta H_{411}^{\alpha \rightarrow \beta} = -4,39$	—	50,62	11,43	—	—	—	$\Delta H_{411}^{\alpha \rightarrow \beta} = 1,05$	—	12,05	2,73	—	—	411—1468	158					
159	FeSO ₄ (кр.)	-922,57	107,53	—	—	—	100,54	—	-220,50	25,70	—	—	—	24,03	298	159					
160	FeS ₂ (кр.)	-177,40	53,14	74,81	5,52	-12,76	61,92	—	-42,40	12,70	17,88	1,32	-3,05	14,80	298—1000	160					
161	Ga ₂ O ₃ (кр.)	-1077,38	84,64	—	—	—	92,05	—	-257,50	20,23	—	—	—	22,00	298	161					
162	GeO ₂ (кр.)	-539,74	52,30	46,86	30,0	—	52,09	—	-129,0	12,50	11,20	7,17	—	12,45	298—1300	162					
163	HBr (г.)	-35,98	198,40	26,15	5,86	1,09	29,16	—	-8,6	47,42	6,25	1,40	0,26	6,96	298—1600	163					
164	HCN (г.)	130,54	201,79	39,37	11,30	-6,02	35,90	—	31,20	48,23	9,41	2,70	-1,44	8,58	298—2500	164					
165	HCl (г.)	-92,30	186,70	26,53	4,60	1,09	29,16	—	-22,06	44,62	6,34	1,10	0,26	6,96	298—2000	165					
166	HNO ₃ (ж.)	-173,0	156,16	—	—	—	109,87 *	—	-41,35	37,30	—	—	—	26,26 *	300	166					
167	HNO ₃ (г.)	-133,90	266,39	—	—	—	58,58 *	—	-32,00	63,67	—	—	—	14,00 *	300	167					
168	HF (г.)	-268,61	173,51	27,70	2,93	—	29,16	—	-64,2	41,47	6,62	0,7	—	6,96	298—2000	168					
169	HI (г.)	25,94	206,30	26,32	5,94	0,92	29,16	—	6,2	49,30	6,29	1,42	0,22	6,96	298—1000	169					
170	H ₂ O (г.)	-241,84	188,74	30,00	10,71	0,33	33,56	—	-57,80	45,11	7,17	2,56	0,08	8,02	298—2500	170					
171	H ₂ O (ж.)	-285,84	69,96	—	—	—	75,31	—	-68,32	16,75	—	—	—	18,00	298	171					
172	H ₂ O (кр.)	-291,85	(39,33)	-0,197	140,16	—	—	—	-69,75	(9,4)	-0,047	33,50	—	—	≤ 273	172					
173	H ₂ O ₂ (ж.)	-187,02	105,86	53,60	117,15	—	88,41	—	-44,70	25,30	12,81	28,0	—	21,15	298—450	173					
174	H ₂ S (г.)	-20,15	205,64	29,37	15,40	—	33,93	—	-4,82	49,15	7,02	3,68	—	8,11	298—1800	174					
175	H ₂ SO ₄ (ж.)	-811,30	156,90	—	—	—	137,57	—	-193,92	37,50	—	—	—	32,88	298	175					
176	H ₃ PO ₄ (ж.)	(-1271,94)	200,83	—	—	—	106,10	—	(-304)	48,0	—	—	—	25,52	298	176					
177	H ₃ PO ₄ (кр.)	-1283,65	176,15	—	—	—	—	—	-306,80	42,10	—	—	—	—	—	177					
178	HgBr ₂ (кр.)	-169,45	162,76	—	—	—	—	—	-40,50	38,90	—	—	—	—	—	178					
179	Hg ₂ Br ₂ (кр.)	-206,77	212,97	—	—	—	—	—	-49,42	50,90	—	—	—	—	—	179					
180	HgCl ₂ (кр.)	-230,12	144,35	64,02	43,10	—	76,60	—	-55,0	34,50	15,30	10,30	—	18,30	273—553	180					
181	Hg ₂ Cl ₂ (кр.)	-264,85	195,81	92,47	30,96	—	101,67	—	-63,30	46,80	22,10	7,80	—	24,30	273—798	181					
182	HgI ₂ -α	-105,44	176,36	72,84	16,74	—	77,82	—	-25,20	42,20	17,41	4,00	—	18,60	273—403	182					
183	HgO (красн.)	-90,37	73,22	—	—	—	45,73 *	—	-21,68	17,20	—	—	—	10,93 *	278—371	183					
184	HgS (красн.)	-58,16	81,59	45,61	15,27	—	50,21	—	-13,90	19,50	10,90	3,65	—	12,0	278—853	184					
185	Hg ₂ SO ₄ (кр.)	-742,0	200,83	—	—	—	131,80 *	—	-173,30	48,0	—	—	—	31,55 *	273—307	185					
186	In ₂ O ₃ (кр.)	-926,76	112,97	—	—	—	93,72 *	—	-221,50	27,0	—	—	—	22,40 *	273—373	186					
187	In ₂ (SO ₄) ₃ (кр.)	-2907,88	280,75	—	—	—	280,33 *	—	-695,0	67,1	—	—	—	67,0 *	298—373	187					

* При температуре, указанной в графе «Температурный интервал».

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

ΔH_f^{298} ккал/моль	S_{298}^0 кал/моль·град	Теплоемкость, кал/моль·град			C_p^{298}	Температурный интервал, °K	№ по пор.
		Коэффициенты уравнения $C_p^0 = \varphi(T)$					
		a	b · 10 ³	c · 10 ⁻⁵			
—589,2	48,87	55,96	19,68	—13,96	46,13	298—1000	188
—93,70	23,10	11,56	3,32	—	12,82	298—543	189
—104,18	19,76	9,89	5,20	0,77	12,55	298—1000	190
—93,50	34,17	—	—	—	23,96 *	289—371	191
—78,31	24,94	12,10	1,95	—	13,16	273—955	192
—194,40	41,04	—	—	—	28,50 *	287—318	193
—117,76	31,77	14,55	28,40	—	23,01	273—401	194
—101,8	14,2	—	—	—	—	—	195
—330,8	47,83	—	—	—	34,9	298	196
—485,90	69,60	42,80	41,0	—	52,50	298—671	197
—342,66	42,0	28,77	23,80	—4,26	31,1	287—371	198
—255,90	34,50	—	—	—	—	—	199
—290,54	21,60	—	—	—	23,37	298	200
—97,70	14,20	11,0	3,39	—	12,20	273—887	201
—116,60	8,23	11,99	8,24	—2,27	11,85	298—700	202
—115,27	25,20	9,17	36,0	—	21,30	273—523	203
—342,80	35,37	—	—	—	—	—	204
—262,0	15,70	18,62	13,80	—4,16	18,05	298—750	205
—153,40	21,4	18,90	1,42	—2,06	17,04	298—900	206
—143,70	6,44	10,18	1,74	—1,48	8,94	298—1100	207
—221,00	15,09	13,04	15,08	—	18,40	298—600	208
—736,8	84,13	—	—	—	83,19	298	209
—213,90	20,50	21,99	9,30	—4,69	19,47	298—700	210
—112,0	28,0	18,04	3,16	—1,37	17,41	273—923	211
—92,0	14,30	11,11	1,94	—0,87	10,71	298—2000	212
—124,50	12,70	16,60	2,44	—3,88	12,91	273—773	213
—229,40	26,40	24,73	8,38	—3,23	25,74	273—1000	214
—331,40	35,50	34,63	10,82	—2,2	33,38	298—1350	215
—49,00	18,70	11,40	1,80	—	11,97	298—1800	216
—11,04	46,01	7,12	6,09	—0,4	8,52	298—1800	217
—16,7	—	—	—	—	19,30	298	218
—75,38	22,60	11,80	32,00	—	20,10	298—458	219
—560,92	51,70	—	—	—	54,11	298	220
—281,86	52,65	24,77	67,20	—	44,71	275—600	221
—87,26	36,0	—	—	—	33,3	298	222
21,60	50,34	7,03	0,92	—0,14	7,13	298—2500	223
8,09	57,47	10,26	2,04	—1,61	8,87	298—2000	224
19,5	52,58	10,92	2,06	—2,04	9,25	298—2000	225
2,24	72,73	20,05	9,50	—3,56	18,9	298—1000	226
(3,06)	—	—	—	—	—	—	227
12,57	63,0	10,73	1,84	—1,66	9,41	298—2000	228
—270,8	15,9	21,02	4,23	—4,24	17,5	298—1900	229
—86	20,0	11,87	2,1	—	12,5	298—550	230
—169,8	29,4	—	—	—	19,2	298	231
—98,21	17,3	10,98	3,9	—	12,14	298—1073	232
—136,3	12,26	10,40	3,88	—0,33	11,19	298—1265	233
—226,43	24,4	—	—	—	20,94	298	234

* При температуре, указанной в графе «Температурный интервал».

№ по пор.	Вещество	ΔH_f^{298} кДж/моль	S_{298} дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град			
				Коэффициенты уравнения $C_p = \Phi(T)$			$C_p, 298$
				a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$	
235	NaI (кр.)	-287,9	91,2	52,30	6,78	—	54,31
236	NaNO ₃ -α	-466,5	116,3	25,69	225,94	—	93,05
237	NaOH-α	-426,6	64,18	7,34	125,0	13,38	59,66
238	NaOH (ж.)	$\Delta H_{595}^{пл} = 6,36$	—	89,58	-5,86	—	—
239	Na ₂ B ₄ O ₇ (кр.)	-3290	189,5	—	—	—	186,8
240	Na ₂ CO ₃ -α	-1129	136,0	70,63	135,6	—	110,0
241	Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	-4077	2172	—	—	—	536
242	Na ₂ CO ₃ (ж.)	$\Delta H_{1127}^{пл} = 33,0$	—	—	—	—	188,3 *
243	Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	-5297	—	—	—	—	557,0
244	Na ₂ O (кр.)	-430,6	71,1	65,69	22,59	—	72,43
245	Na ₂ O ₂ (кр.)	-510,9	93,3	69,87	65,26	—	89,33
246	Na ₂ S (кр.)	-389,1	94,1	82,88	68,61	—	103,22
247	Na ₂ SO ₃ (кр.)	-1090	146,0	—	—	—	120,1
248	Na ₂ SO ₄ -α	-1384	149,4	65,0	220,9	—	130,8
249	Na ₂ SO ₄ -β	—	—	121,6	80,92	—	—
250	Na ₂ SO ₄ (ж.)	$\Delta H_{1157}^{пл} = 24,06$	—	—	—	—	197,4 *
251	Na ₂ S ₂ O ₃ -α	-1117	—	—	—	—	146,0
252	Na ₂ SiF ₆ (кр.)	-2849,7	214,64	—	—	—	—
253	Na ₂ SiO ₃ (кр.)	-1518	113,8	130,3	40,17	-27,02	111,8
254	Na ₂ SiO ₃ (ж.)	$\Delta H_{1360}^{пл} = 52,30$	—	—	—	—	179,1 *
255	Na ₂ Si ₂ O ₅ (кр.)	-2398	164,8	185,69	70,54	-44,64	156,6
256	Na ₂ Si ₂ O ₅ (ж.)	$\Delta H_{1148}^{пл} = 35,4$	—	—	—	—	260,87 *
257	Na ₃ AlF ₆ -α	-3283,6	238,5	192,25	123,46	-11,63	215,9
258	Na ₃ AlF ₆ (ж.)	$\Delta H_{1300}^{пл} = 115,5$	—	—	—	—	390,8 *
259	Na ₃ PO ₄ (кр.)	-192,5	224,7	—	—	—	—
260	NiO-α	-239,7	38,07	-20,88	157,23	16,28	44,27
261	NiS (кр.)	-92,88	67,36	38,70	53,56	—	54,68
262	NiSO ₄ (кр.)	-889,1	97,1	125,9	41,58	—	138,3
263	PCl ₃ (г.)	-277,0	311,7	80,12	3,1	-7,99	72,05
264	PCl ₅ (г.)	-369,45	362,9	129,5	2,92	-16,4	111,9
265	P ₄ O ₁₀ (кр.)	-3096	280	70,08	451,9	—	204,8
266	PbBr ₂ (кр.)	-277,0	161,4	77,78	9,2	—	80,54
267	PbCO ₃ (кр.)	-700	130,96	51,84	119,7	—	87,51
268	PbCl ₂ (кр.)	-359,1	136,4	66,78	33,47	—	76,78
269	PbI ₂ (кр.)	-175,1	176,4	75,31	19,66	—	81,17
270	PbO (желт.)	-217,86	67,4	37,87	26,78	—	45,86
271	PbO ₂ (кр.)	-276,6	76,44	53,14	32,64	—	62,89
272	Pb ₃ O ₄ (кр.)	-734,5	211,3	—	—	—	147,0
273	PbS (кр.)	-94,28	91,20	37,32	—	-2,05	35,02
274	PbSO ₄ (кр.)	-918,1	147,28	45,86	129,70	17,57	104,3
275	PtCl ₂ (кр.)	-118	130	—	—	—	—
276	PtCl ₄ (кр.)	-226	209	—	—	—	—
277	RaSO ₄ (кр.)	-1472,77	142,26	—	—	—	—
278	SO ₂ (г.)	-296,9	248,1	42,55	12,55	-5,65	39,87

* При температуре, указанной в графе «Температурный интервал».

ΔH_f^{298} ккал/моль	S^{298} кал/моль·град	Теплоемкость, кал/моль·град				C_p^{298}	Темпера- турный интервал, °K	№ по пор.
		Коэффициенты уравнения $C_p = \Phi(T)$						
		a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$				
-68,81	21,8	12,5	1,62	—	12,98	298—936	235	
-111,5	27,8	6,14	54,0	—	22,23	298—550	236	
-102,0	15,34	1,75	29,88	3,2	14,26	298—566	237	
$\Delta H_{595}^{пл} = 1,52$	—	21,41	-1,4	—	—	595—1000	238	
-786,3	45,29	—	—	—	44,65	298	239	
-269,9	32,5	16,88	32,4	—	26,53	298—723	240	
-974,1	518,9	—	—	—	128	298	241	
$\Delta H_{1127}^{пл} = 7,9$	—	—	—	—	45,0 *	>1127	242	
-1266,0	—	—	—	—	133,1	298	243	
-102,9	17,0	15,7	5,4	—	17,3	298—1100	244	
-122,11	22,3	16,7	15,6	—	21,35	298—865	245	
-93,0	22,5	19,81	16,4	—	24,7	298—1000	246	
-260,5	34,89	—	—	—	28,70	298	247	
-330,8	35,71	15,54	52,8	—	31,26	298—518	248	
—	—	29,06	19,34	—	—	518—1157	249	
$\Delta H_{1157}^{пл} = 5,75$	—	—	—	—	47,18 *	1157—1850	250	
-267	—	—	—	—	34,89	298	251	
-681,1	51,3	—	—	—	—	—	252	
-364,6	27,2	31,14	9,60	-6,47	26,72	298—1360	253	
$\Delta H_{1350}^{пл} = 12,5$	—	—	—	—	42,8 *	1360—1800	254	
-575	39,4	44,38	16,86	-10,67	37,43	298—1148	255	
$\Delta H_{1148}^{пл} = 8,5$	—	—	—	—	62,35 *	1148—1800	256	
-784,8	57,0	45,95	29,46	-2,78	51,63	298—845	257	
$\Delta H_{1300}^{пл} = 27,6$	—	—	—	—	93,4 *	>1300	258	
-460,0	53,7	—	—	—	—	—	259	
-57,3	9,1	-4,99	37,58	3,89	10,58	298—523	260	
-22,2	16,1	9,25	12,8	—	13,07	298—600	261	
-212,5	23,2	30,1	9,94	—	33,06	298—1200	262	
-66,2	74,49	19,15	0,74	-1,91	17,22	298—1000	263	
-88,30	86,74	30,95	0,7	-3,92	26,74	298—1500	264	
-740,00	66,9	16,75	108,0	—	48,95	298—631	265	
-66,21	38,58	18,59	2,2	—	19,25	298—643	266	
-167,3	31,3	12,39	28,60	—	20,91	286—800	267	
-85,83	32,6	15,96	8,0	—	18,35	298—700	268	
-41,85	42,28	18,0	4,7	—	19,4	298—685	269	
-52,07	16,1	9,05	6,4	—	10,96	298—1000	270	
-66,12	18,27	12,7	7,8	—	15,03	298—1000	271	
-175,55	50,5	—	—	—	35,14	298	272	
-22,54	21,8	8,92	—	-0,49	8,37	298—900	273	
-219,43	35,2	10,96	31,0	4,2	24,93	298—1000	274	
-28,2	31,0	—	—	—	—	—	275	
-54,0	50,0	—	—	—	—	—	276	
-352,0	34,0	—	—	—	—	—	277	
-70,96	59,3	10,17	3,0	-1,35	9,53	298—1800	278	

№ по пор.	Вещество	ΔH_f^{298} кДж/моль	S^{298} дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град				C_p^{298} дж/моль·град
				Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$				
				a	b · 10 ³	c · 10 ⁶	d · 10 ⁹	

III. Органические
Углево

1	CH ₄ (г.) метан	-74,85	186,19	17,45	60,46	-1,117	-7,20	35,79
2	C ₂ H ₂ (г.) ацетилен	226,75	200,8	23,46	85,77	-58,34	15,87	43,93
3	C ₂ H ₄ (г.) этилен	52,28	219,4	4,196	154,59	-81,09	16,82	43,63
4	C ₂ H ₆ (г.) этан	-84,67	229,5	4,494	182,26	-74,86	10,8	52,70
5	C ₃ H ₄ (г.) пропадиен	192,1	234,9	13,07	175,3	-71,17	—	58,99
6	C ₃ H ₆ (г.) пропилен	20,41	226,9	3,305	235,86	-117,6	22,68	63,89
7	C ₃ H ₈ (г.) пропан	-103,9	269,9	4,80	307,3	-160,16	32,75	73,51
8	C ₄ H ₆ (г.) 1,3-бутадиен	111,9	278,7	-2,96	340,08	-223,7	56,53	79,54
9	C ₄ H ₈ (г.) 1-бутилен	1,17	307,4	2,54	344,9	-191,28	41,66	89,33
10	C ₄ H ₈ (г.) цис-2-бутилен	-5,70	300,8	-2,72	307,1	-111,3	—	78,91
11	C ₄ H ₈ (г.) транс-2-бутилен	-10,06	296,5	8,38	307,54	-148,26	27,28	87,82
12	C ₄ H ₈ (г.) 2-метилпропилен	-13,99	293,6	7,08	321,63	-166,07	33,50	89,12
13	n-C ₄ H ₁₀ (г.) n-бутан	-124,7	310,0	0,469	385,38	-198,88	39,97	97,78
14	изо-C ₄ H ₁₀ (г.) изобутан	-131,6	294,64	-6,84	409,64	-220,55	45,74	96,82
15	C ₅ H ₁₀ (г.) циклопентан	-77,24	292,9	-54,39	545,8	-307,7	66,59	82,93
16	C ₅ H ₁₀ (ж.) циклопентан	-105,9	204,1	—	—	—	—	126,73
17	n-C ₅ H ₁₂ (г.) n-пентан	-146,4	348,4	1,44	476,5	-250,4	51,24	122,6
18	C ₅ H ₁₂ (г.) 2-метилбутан	-154,5	343,0	-9,29	517,7	-292,9	64,78	120,6
19	C ₅ H ₁₂ (ж.) 2-метилбутан	-179,3	260,4	—	—	—	—	164,9
20	C ₅ H ₁₂ (г.) 2,2-диметилпропан (неопентан)	-166,0	306,4	-15,10	548,6	-322,9	73,54	121,63
21	C ₆ H ₆ (г.) бензол	82,93	269,2	-33,90	471,87	-298,34	70,84	81,67
22	C ₆ H ₆ (ж.) бензол	49,04	173,2	59,50	255,02	—	—	136,1
23	C ₆ H ₁₂ (г.) циклогексан	-123,1	298,2	-51,72	598,8	-230,0	—	106,3
24	n-C ₆ H ₁₄ (г.) n-гексан	-167,19	386,8	3,08	565,8	-300,4	62,06	146,7
25	n-C ₆ H ₁₄ (ж.) n-гексан	-198,8	296,0	—	—	—	—	195,0
26	C ₇ H ₈ (г.) толуол	50,00	319,7	-33,88	557,0	-342,4	79,87	103,8
27	C ₇ H ₈ (ж.) толуол	8,08	219	—	—	—	—	166
28	n-C ₇ H ₁₆ (г.) n-гептан	-187,82	425,3	5,02	653,76	-348,7	72,32	170,8
29	n-C ₇ H ₁₆ (ж.) n-гептан	-224,4	328,0	—	—	—	—	224,7
30	o-C ₈ H ₁₀ (г.) o-ксилол	19,0	352,8	-14,81	591,1	-339,6	74,70	133,3
31	o-C ₈ H ₁₀ (ж.) o-ксилол	-24,4	246,0	—	—	—	—	188,8
32	m-C ₈ H ₁₀ (г.) m-ксилол	17,24	357,2	-27,38	620,9	-363,9	81,38	127,6
33	m-C ₈ H ₁₀ (ж.) m-ксилол	-25,42	252,2	—	—	—	—	183,2
34	p-C ₈ H ₁₀ (г.) p-ксилол	17,95	352,4	-25,92	609,7	-350,6	76,88	126,9
35	p-C ₈ H ₁₀ (ж.) p-ксилол	-24,34	247,4	—	—	—	—	183,8
36	n-C ₈ H ₁₈ (г.) n-октан	-208,4	463,7	6,91	741,9	-397,3	82,64	194,9
37	C ₁₀ H ₈ (кр.) нафталин	75,44	167,4	—	—	—	—	165,7
38	C ₁₂ H ₁₀ (кр.) дифенил	96,65	206	—	—	—	—	195
39	C ₁₄ H ₁₀ (кр.) антрацен	128,0	207,5	—	—	—	—	209
40	C ₁₄ H ₁₀ (кр.) фенантрен	113	211,7	—	—	—	—	231

№ по пор.	Температурный интервал, °K	$C_p, 298, \text{ кал/моль} \cdot \text{град}$	Теплоемкость, $\text{кал/моль} \cdot \text{град}$				$S^{298}, \text{ кал/моль} \cdot \text{град}$	$\Delta H_f^{298}, \text{ ккал/моль}$
			Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$					
			a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$		

соединения
дороды

1	-17,889	44,50	4,17	14,45	0,267	-1,722	8,55	298—1500	1
2	54,194	47,997	5,61	20,50	-13,94	3,79	10,50	298—1500	2
3	12,492	52,45	1,00	36,95	-19,38	4,02	10,43	298—1500	3
4	-20,236	54,85	1,07	43,56	-17,89	2,58	12,59	298—1500	4
5	45,92	56,14	3,12	41,90	-17,01	—	14,10	298—1000	5
6	4,879	54,23	0,79	56,37	-28,11	5,42	15,27	298—1500	6
7	-24,820	64,51	-1,15	73,45	-38,28	7,83	17,57	298—1500	7
8	26,74	66,62	-0,71	81,28	-53,46	13,51	19,01	298—1500	8
9	0,28	73,47	0,607	82,44	-45,72	9,96	21,35	298—1500	9
10	-1,362	71,90	-0,65	73,40	-26,60	—	18,86	298—1000	10
11	-2,40	70,86	2,00	73,50	-35,43	6,52	20,99	298—1500	11
12	-3,34	70,17	1,69	76,87	-39,69	8,01	21,30	298—1500	12
13	-29,80	74,10	0,112	92,11	-47,53	9,55	23,37	298—1500	13
14	-31,45	70,42	-1,64	97,91	-52,71	10,93	23,14	298—1500	14
15	-18,46	70,00	-13,00	130,45	-73,54	15,92	19,82	298—1500	15
16	-25,30	48,82	—	—	—	—	30,29	298	16
17	-35,00	83,40	0,34	113,88	-59,85	12,25	29,30	298—1500	17
18	-36,92	81,98	-2,22	123,74	-70,00	15,48	28,82	298—1500	18
19	-42,85	62,23	—	—	—	—	39,40	298	19
20	-39,67	73,23	-3,61	131,11	-77,18	17,58	29,07	298—1500	20
21	19,82	64,34	-8,10	112,78	-71,31	16,93	19,52	298—1500	21
22	11,718	41,4	14,22	60,95	—	—	32,53	281—353	22
23	-29,43	71,28	-12,36	143,11	-54,97	—	25,4	298—1800	23
24	-39,96	92,45	0,737	135,23	-71,79	14,03	35,06	298—1500	24
25	-47,52	70,75	—	—	—	—	46,59	298	25
26	11,95	76,42	-8,10	133,14	-81,83	19,09	24,80	298—1500	26
27	1,93	52,48	—	—	—	—	39,67	298	27
28	-44,89	101,6	1,20	156,25	-83,35	17,29	40,8	298—1500	28
29	-53,63	78,4	—	—	—	—	53,70	298	29
30	4,54	84,31	-3,54	141,28	-81,164	17,85	31,85	298—1500	30
31	-5,841	58,80	—	—	—	—	44,9	298	31
32	4,12	85,37	-6,54	148,39	-86,973	19,45	30,49	298—1500	32
33	-6,075	60,27	—	—	—	—	43,8	298	33
34	4,29	84,23	-6,20	145,72	-83,79	18,37	30,32	298—1500	34
35	-5,817	59,12	—	—	—	—	43,9	298	35
36	-49,82	110,9	1,65	177,32	-94,95	19,75	46,58	298—1500	36
37	18,03	40,0	—	—	—	—	39,6	298	37
38	23,10	49,2	—	—	—	—	46,6	298	38
39	30,59	49,6	—	—	—	—	49,9	298	39
40	27,0	50,6	—	—	—	—	55,2	298	40

№ по пор.	Вещество	ΔH_f^{298} кДж/моль	S_{298}^0 дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град				C_p^{298} дж/моль·град
				Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$				
				a	b · 10 ³	c · 10 ⁶	d · 10 ⁹	

Кислородсодержащие

41	CH ₂ O (г.) муравьиный альдегид	-115,9	218,8	18,82	58,38	-15,61	—	35,34
42	CH ₂ O ₂ (ж.) муравьиная кислота	-422,8	129,0	—	—	—	—	99,0
43	CH ₂ O ₂ (г.) муравьиная кислота	-376,7	251,6	19,4	112,8	-47,5	—	48,7
44	CH ₄ O (ж.) метиловый спирт	-238,7	126,7	—	—	—	—	81,6
45	CH ₄ O (г.) метиловый спирт	-201,2	239,7	15,28	105,2	-31,04	—	43,9
46	C ₂ H ₂ O ₄ (кр.) щавелевая кислота	-826,8	120,1	—	—	—	—	109
47	C ₂ H ₄ O (г.) уксусный альдегид	-166,0	264,2	13,00	153,5	-53,7	—	54,64
48	C ₂ H ₄ O (г.) окись этилена	-51,0	243,7	-9,60	232,1	-140,5	32,90	48,5
49	C ₂ H ₄ O ₂ (ж.) уксусная кислота	-484,9	159,8	—	—	—	—	123,4
50	C ₂ H ₄ O ₂ (г.) уксусная кислота	-437,4	282,5	5,56	243,5	-151,9	36,8	66,5
51	C ₂ H ₆ O (ж.) этиловый спирт	-277,6	160,7	—	—	—	—	111,4
52	C ₂ H ₆ O (г.) этиловый спирт	-235,3	282,0	19,07	212,7	-108,6	21,9	73,6
53	C ₂ H ₆ O (г.) диметиловый эфир	-185,4	266,6	—	—	—	—	65,94
54	C ₂ H ₆ O ₂ (ж.) этиленгликоль	-454,9	179,5	—	—	—	—	151
55	C ₂ H ₆ O ₂ (г.) этиленгликоль	-397,9	323,5	—	—	—	—	—
56	C ₃ H ₆ O (ж.) ацетон	-247,7	200	—	—	—	—	125
57	C ₃ H ₆ O (г.) ацетон	-216,4	294,9	22,47	201,8	-63,5	—	74,9
58	n-C ₃ H ₈ O (ж.) n-пропиловый спирт	-306,6	192,9	—	—	—	—	148,6
59	n-C ₃ H ₈ O (г.) n-пропиловый спирт	-260,4	317,6	—	—	—	—	—
60	изо-C ₃ H ₈ O (ж.) изопропиловый спирт	-318,7	180	—	—	—	—	153,4
61	изо-C ₃ H ₈ O (г.) изопропиловый спирт	-275,4	306,3	—	—	—	—	—
62	C ₃ H ₈ O ₃ (ж.) глицерин	-659,4	207,9	—	—	—	—	223,0
63	C ₄ H ₄ O ₄ (кр.) малеиновая кислота	-787,8	159	—	—	—	—	137
64	C ₄ H ₄ O ₄ (кр.) фумаровая кислота	-811,0	166	—	—	—	—	142
65	C ₄ H ₈ O ₂ (ж.) масляная кислота	-524,3	255	—	—	—	—	178

ΔH_f^{298} ккал/моль	S^{298} кал/моль·град	Теплоемкость, ккал/моль·град				C_p^{298} кал/моль·град	Температурный интервал, °К	№ по пор.
		Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$						
		a	$b \cdot 10^2$	$c \cdot 10^6$	$d \cdot 10^9$			

соединения

—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
—62,23	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
—193,8	39,7	—	—	—	—	33,9	298	64
—125,3	61,0	—	—	—	—	42,5	298	65

№ по пор.	Вещество	ΔH_f^{298} кДж/моль	S_{298}^0 Дж/моль·град	Теплоемкость, Дж/моль·град				C_p^{298} Дж/моль·град
				Коэффициенты уравнения $C_p^0 = f(T)$				
				a	b · 10 ³	c · 10 ⁶	d · 10 ⁹	
66	C ₄ H ₈ O ₂ (ж.) уксусно-этиловый эфир . . .	—469,5	259	—	—	—	—	170
67	C ₄ H ₈ O ₂ (ж.) 1,4-диоксан . . .	—400,8	196,6	—	—	—	—	152,9
68	C ₅ H ₁₀ O (ж.) циклопентанол . . .	—300,2	206	—	—	—	—	184
69	n-C ₅ H ₁₂ O (ж.) n-амиловый спирт . . .	—360,1	254,8	—	—	—	—	209,2
70	n-C ₅ H ₁₂ O (г.) n-амиловый спирт . . .	—307,2	381,6	—	—	—	—	—
71	C ₆ H ₆ O (кр.) фенол . . .	—162,8	142	—	—	—	—	134,7
72	C ₆ H ₆ O ₂ (кр.) гидрохинон . . .	—363,0	—	—	—	—	—	142
73	C ₆ H ₄ O ₂ (кр.) хинон . . .	—186,8	—	—	—	—	—	132
74	C ₇ H ₆ O ₂ (кр.) бензойная кислота . . .	—385,2	167,6	—	—	—	—	146,8
75	C ₇ H ₈ O (ж.) бензиловый спирт . . .	—161,0	216,7	—	—	—	—	217,8
76	C ₈ H ₄ O ₃ (кр.) ангидрид фталевой кислоты . . .	—460,4	179,5	—	—	—	—	161,8
77	C ₈ H ₆ O ₄ (кр.) фталевая кислота . . .	—781,9	207,9	—	—	—	—	188,2
78	C ₁₂ H ₁₀ O ₄ (кр.) хингидрон . . .	(—581,6)	—	—	—	—	—	—
79	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (кр.) сахароза . . .	—2221	360	—	—	—	—	425

Галогенсодержащие

80	CH ₃ F (г.) фтористый метил . . .	-247	222,8	9,75	97,3	-29,10	—	37,40
81	CH ₃ Cl (г.) хлористый метил . . .	-82,0	233,5	15,57	92,74	-28,31	—	40,71
82	CH ₃ Br (г.) бромистый метил . . .	-35,6	245,8	18,53	89,40	-27,28	—	42,4
83	CH ₃ I (ж.) иодистый метил . . .	-8,4	162,7	—	—	—	—	127,2
84	CH ₃ I (г.) иодистый метил . . .	20,5	253,0	19,67	92,67	-32,28	—	44,1
85	CH ₂ F ₂ (г.) дифторметан . . .	-441,6	246,0	11,39	118,2	-46,0	—	43,0
86	CH ₂ Cl ₂ (ж.) дихлорметан . . .	-117,1	178,6	—	—	—	—	100,0
87	CH ₂ Cl ₂ (г.) дихлорметан . . .	-87,9	270,2	16,10	144,4	-98,60	25,2	51,1
88	CHF ₃ (г.) трифторметан . . .	-680,3	259,5	18,80	127,9	-55,78	—	51,09
89	CHCl ₃ (ж.) трихлорметан (хлорформ) . . .	-131,8	202,9	—	—	—	—	116,3

ΔH_f^{298} ккал/моль	S_{298}^0 кал/моль·град	Теплоемкость, ккал/моль·град				C_p^{298} кал/моль·град	Темпера- турный интервал, °K	№ по пор.
		Коэффициенты уравнения $C_p^0 = f(T)$						
		a	b · 10 ³	c · 10 ⁶	d · 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

соединения

-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	ΔH_f^{298} кДж/моль	S_{298}^0 дж/моль·град	Теплоемкость, дж/моль·град				
				Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$				C_p^{298} дж/моль·град
				a	b · 10 ³	c · 10 ⁶	d · 10 ⁹	
90	CHCl ₃ (г.) трихлор- метан (хлороформ)	—100,4	295,6	81,38	16,0	—18,7 *	—	65,7
91	CF ₄ (г.) тетрафторме- тан (четырефто- ристый углерод)	—908	262,0	85,67	15,9	—26,3 *	—	61,2
92	CCl ₄ (ж.) тетрахлор- метан (четыре- хлористый углерод)	—139,3	214,4	—	—	—	—	131,7
93	CCl ₄ (г.) тетрахлор- метан (четыре- хлористый углерод)	—106,7	309,7	97,65	9,62	—15,06 *	—	83,4
94	C ₂ H ₅ F (г.) фтори- стый этил	—297	364,8	8,39	190,2	—67,83	—	58,6
95	C ₂ H ₅ Cl (г.) хлори- стый этил	—105,0	274,8	13,07	188,5	—71,94	—	62,3
96	C ₆ H ₅ F (ж.) фторбензол	—145,4	205,9	—	—	—	—	146,4
97	C ₆ H ₅ F (г.) фторбензол	—109,7	323,5	—34,2	532,0	—375,8	98,0	94,4
98	C ₆ H ₅ Cl (ж.) хлорбен- зол	10,65	194,1	—	—	—	—	150,1
99	C ₆ H ₅ Cl (г.) хлорбен- зол	52,13	313,2	—33,9	558,0	—445,2	139,4	97,1
100	C ₇ H ₅ F ₃ (ж.) фенил- трифторметан	—618,6	271,5	—	—	—	—	188,4
101	C ₇ H ₅ F ₃ (г.) фенил- трифторметан	—581,0	372,6	—33,4	681,3	—490,5	129,0	130,4
Азотсодержащие								
102	CH ₃ N (г.) метиламин	—28,03	241,6	16,34	130,6	—38,45	—	51,7
103	CH ₃ N ₂ (г.) диазометан	192	238,7	54,02	31,5	—13,16 *	—	48,85
104	CH ₃ N ₂ (ж.) метилги- дразин	—	165,9	—	—	—	—	134,9
105	CH ₃ N ₂ (г.) метилги- дразин	—	278,7	25,30	179,0	—56,4	—	71,13
106	C ₂ H ₇ N (г.) диметила- мин	—27,61	273,1	—3,10	283,1	—152,2	32,0	69,04
107	C ₃ H ₉ N (г.) триметила- мин	—46,02	288,8	—11,95	414,2	—245,8	56,8	91,76
108	C ₅ H ₅ N (ж.) пиридин	99,95	177,9	—	—	—	—	132,7
109	C ₅ H ₅ N (г.) пиридин	140,2	282,8	—38,60	479,5	—326,6	83,1	78,12
110	C ₆ H ₇ N (ж.) анилин	29,7	192	—	—	—	—	191
111	C ₆ H ₇ N (г.) анилин	82,4	301	—	—	—	—	—
112	CH ₃ ON ₂ (кр.) моче- вина	—333,1	104,6	—	—	—	—	93,14
113	C ₂ H ₅ O ₂ N (кр.) ами- ноуксусная ки- слота (гликоколь)	—524,9	109,2	—	—	—	—	100,3
114	C ₆ H ₅ O ₂ N (ж.) нитро- бензол	11,2	224,3	—	—	—	—	187,3

* Эта величина представляет собой коэффициент $c \cdot 10^{-6}$ уравнения $C_p = a + bT + \frac{c}{T}$.

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

* Абсолютная энтропия H⁺ S₂₉₈ = -14,2 дж/г-ион·град (-3,4 ккал/г-ион·град).

Продолжение

Ион	ΔH_f^{298} кдж/г-ион	ΔG^{298} кдж/г-ион	S^{298} дж/г-ион·град	ΔH_f^{298} ккал/г-ион	ΔG^{298} ккал/г-ион	S^{298} кал/г-ион·град
Mn ²⁺	-218,8	-223,4	-79,9	-52,3	-53,4	-19,1
MnO ₄ ⁻	-518,4	-425,1	190,0	-123,9	-101,6	45,4
NH ₄ ⁺	-132,80	-79,50	112,84	-31,74	-19,00	26,97
NO ₂ ⁻	-106,3	-35,35	125,1	-25,4	-8,45	29,9
NO ₃ ⁻	-206,57	-110,50	146,4	-49,37	-26,41	35,0
Na ⁺	-239,66	-261,87	60,2	-57,28	-62,59	14,4
Ni ²⁺	-64,0	-64,4	-123,0	-15,3	-11,1	-29,4
OH ⁻	-229,94	-157,30	-10,54	-54,96	-37,60	-2,52
PO ₄ ³⁻	-1284,1	-1025,5	-218	-306,9	-245,1	-52
Pb ²⁺	1,63	-24,31	21,3	0,39	-5,81	5,1
Rb ⁺	-246,4	-282,21	124,3	-58,9	-67,45	29,7
S ²⁻	41,8	83,7	-26,8	10,0	20,0	-6,4
SO ₄ ²⁻	-907,51	-742,99	17,2	-216,90	-177,34	4,1
Sr ²⁺	-545,51	-557,3	-26,4	-130,38	-133,2	-6,3
U ³⁺	-514,6	-520,5	-126	-123,0	-124,4	-30
U ⁴⁺	-613,8	-579,1	-326	-146,7	-138,4	-78
UO ₂ ⁺	-1035,1	-994,1	50	-247,4	-237,6	12
Zn ²⁺	-152,42	-147,21	-106,48	-36,43	-35,18	-25,45

V. Ионы в жидком аммиаке

Ион	ΔH_f^{298} кдж/г-ион	ΔG^{298} кдж/г-ион	S^{298} дж/г-ион·град	ΔH_f^{298} ккал/г-ион	ΔG^{298} ккал/г-ион	S^{298} кал/г-ион·град
Ag ⁺	108,8	73,6	96,2	26	17,6	23
Br ⁻	-246,9	-167,4	-126,8	-59	-40	-30,3
Ca ²⁺	-418,4	-418,0	-87,9	-100,0	-99,9	-21
Cl ⁻	-274,9	-184,5	-126,8	-65,7	-44,1	-30,3
ClO ₃ ⁻	-199,6	-74,1	62,8	-47,7	-17,7	15
Cs ⁺	-163,2	-193,7	121,3	-39	-46,3	29
H ⁺	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hg ²⁺	189,1	129,3	146,4	45,2	30,9	35
I ⁻	-189,5	-121,3	-104,6	-45,3	-29,0	-25
K ⁺	-169,4	-196,6	89,5	-40,5	-47,0	21,4
Li ⁺	-205,0	-225,9	33,5	-49	-54,0	8
NH ₂ ⁻	42,3	141,8	-41,8	10,1	33,9	-10
NH ₄ ⁺	-67,4	-11,3	103,3	-16,1	-2,7	24,7
NO ₃ ⁻	-324,7	-178,6	-20,9	-77,6	-42,7	-5
Na ⁺	-159,4	-182,4	63,2	-38,1	-43,6	15,1
Pb ²⁺	87,9	54,4	46,0	21,0	13,0	11
Rb ⁺	-163,2	-196,2	121,3	-39	-46,9	29
SCN ⁻	-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								
		I. Простые								
1	Ag (кр.)	25,94	26,23	26,48	26,78	27,07	27,32	27,87	—	—
2	Al (кр.)	25,65	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-α	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 ₂ (г.)	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-α	27,78	28,45	29,16	—	—	—	—	—	—
13	Cd-α	27,07	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Cl (г.)	22,22	22,30	22,34	22,38	22,38	22,38	22,34	22,30	22,22
15	Cl ₂ (г.)	35,44	35,77	36,02	36,23	36,40	36,53	36,78	37,07	—
16	Co-α	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 ₂ (г.)	33,18	33,68	34,02	34,31	34,52	34,73	35,15	35,61	36,28
20	Fe-α	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 ₂ (г.)	28,92	29,02	29,15	29,27	29,42	29,56	29,87	30,32	31,11
23	I ₂ (г.)	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-α	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 ₂ (г.)	29,58	29,79	30,00	30,21	30,42	30,63	31,05	31,71	32,76
28	Ni-α	28,74	30,22	—	—	—	—	—	—	—
29	O ₂ (г.)	30,29	30,88	31,34	31,76	32,09	32,43	32,97	33,68	34,73
30	O ₃ (г.)	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 ₄ (г.)	33,85	34,31	34,69	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 ₈ (г.)	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	Ti (кр.)	26,11	26,61	27,11	27,61	28,12	28,62	—	—	—
43	Tl-α	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-α	27,91	28,53	29,08	29,54	29,83	30,33	—	—	—

* Средняя теплоемкость вычислена графическим интегрированием.

простых веществ и соединений

таблицы температуры

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									
вещества									
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
6,91	6,94	6,97	7,00	7,03	7,07	7,14	7,25	7,44	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
6,67	6,82	6,95	7,06	7,13	7,25	—	—	—	47

№ 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								

II. Неорганические

48	AgBr (кр.)	58,95	62,17	—	—	—	—	—	—	—
49	AgCl (кр.)	56,40	57,86	58,95	—	—	—	—	—	—
50	Ag ₂ O (кр.)	67,14	—	—	—	—	—	—	—	—
51	Ag ₂ SO ₄ (кр.)	143,3	149,2	—	—	—	—	—	—	—
52	AlF ₃ ·α	84,10	87,47	90,53	—	—	—	—	—	—
53	Al ₂ O ₃ (кр.)	96,68	101,2	104,6	107,2	109,5	111,4	115,0	118,5	—
54	Al ₂ (SO ₄) ₃ (кр.)	315,8	331,5	343,7	353,4	361,8	369,1	—	—	—
55	AsCl ₃ (г.)	78,50	79,22	79,75	80,15	80,46	80,75	81,18	81,66	82,24
56	As ₂ O ₃ (кр.)	116,1	—	—	—	—	—	—	—	—
57	BCl ₃ (г.)	68,47	70,21	71,62	72,82	73,90	74,88	—	—	—
58	BF ₃ (г.)	57,28	59,68	61,80	63,72	65,52	67,28	—	—	—
59	B ₂ O ₃ (кр.)	75,26	81,20	86,95	—	—	—	—	—	—
60	BaCO ₃ (кр.)	98,41	102,2	105,6	108,7	111,8	114,6	—	—	—
61	BaCl ₂ (кр.)	76,69	77,40	78,12	78,78	79,50	80,21	81,59	—	—
62	Ba(NO ₃) ₂ (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) ₂ (кр.)	107,3	111,8	—	—	—	—	—	—	—
65	BaSO ₄ (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 ₂ O ₃ (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 ₂ (г.)	42,05	43,47	44,60	45,56	46,44	47,15	48,53	50,38	53,14
70	COCl ₂ (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 ₂ (г.)	49,75	50,92	51,84	52,63	53,35	53,93	55,02	56,44	—
73	Ca ₃ (кр.)	67,57	69,16	70,42	—	—	—	—	—	—
74	CaCO ₃ (кальцит)	95,98	100,0	103,1	105,4	108,1	110,2	113,8	—	—
75	CaCl ₂ (кр.)	75,31	76,23	77,07	77,82	78,58	79,29	—	—	—
76	CaF ₂ (кр.)	73,30	74,60	75,98	77,40	78,83	80,25	—	—	—
77	Ca(NO ₃) ₂ (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) ₂ (кр.)	97,24	99,96	—	—	—	—	—	—	—
80	Ca ₃ (PO ₄) ₂ (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 ₄ (ангидрит)	109,6	114,6	119,5	124,4	129,4	134,3	144,2	—	—
83	CdCl ₂ (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 ₄ (кр.)	108,2	112,1	115,9	119,8	123,7	127,6	135,3	—	—
87	Cl ₂ O (г.)	49,29	50,33	51,13	51,76	52,30	52,76	53,51	54,43	55,73
88	ClO ₂ (г.)	46,11	47,32	48,33	49,16	49,92	50,58	51,76	53,35	—
89	CoCl ₂ (кр.)	84,64	87,70	90,75	93,81	96,86	99,87	—	—	—
90	CoSO ₄ (кр.)	142,5	144,5	146,6	—	—	—	—	—	—
91	CsCl (кр.)	53,64	54,07	54,56	55,04	55,52	—	—	—	—
92	CsI (кр.)	53,01	53,56	54,14	54,68	—	—	—	—	—
93	CuCl (кр.)	60,12	62,17	—	—	—	—	—	—	—
94	CuCl ₂ (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 ₄ (кр.)	107,2	110,8	114,4	118,0	121,6	—	—	—	—
98	Cu ₂ O (кр.)	71,88	72,97	74,30	75,48	76,65	77,82	80,25	—	—

№ по пор.	Вещество	500° К	600° К	700° К	800° К	900° К	1000° К	1200° К	1500° К	2000° К
		Средняя теплоемкость, кал/моль·град								

соединения

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	12,16	12,48	12,89	—	70
11,00	11,33	11,57	11,79	11,99	12,16	12,48	12,89	13,49	—	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	12,09	12,37	—	—	—	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° К	600° К	700° К	800° К	900° К	1000° К	1200° К	1500° К	2000° К
		Средняя теплоемкость, дж/моль·град								
99	FeCO ₃ (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 ₂ O ₃ (кр.)	118,03	123,01	127,65	132,01	136,19	140,29	—	—	—
102	Fe ₃ O ₄ (кр.)	170,37	179,37	186,65	193,01	—	—	—	—	—
103	FeS ₂ (кр.)	68,24	70,17	71,30	72,55	73,39	74,14	—	—	—
104	GeO ₂ (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	HI (г.)	29,33	29,50	29,71	29,96	30,21	30,46	—	—	—
110	H ₂ O (г.)	34,48	34,98	35,52	36,02	36,57	37,07	38,12	39,66	42,34
111	H ₂ S (г.)	35,52	36,32	37,07	37,82	38,62	39,41	40,92	43,22	—
112	HgCl ₂ (кр.)	81,76	—	—	—	—	—	—	—	—
113	Hg ₂ Cl ₂ (кр.)	105,50	107,13	108,76	110,39	—	—	—	—	—
114	HgS (красн.)	51,71	52,47	53,14	53,97	—	—	—	—	—
115	KAl(SO ₄) ₂ (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	KI (кр.)	53,89	54,31	54,73	55,15	55,65	—	—	—	—
119	K ₂ Cr ₂ O ₇ (кр.)	247,70	253,55	—	—	—	—	—	—	—
120	LiCl (кр.)	51,71	51,88	53,14	53,85	—	—	—	—	—
121	LiNO ₃ (кр.)	98,62	—	—	—	—	—	—	—	—
122	LiOH (кр.)	57,66	60,42	62,89	—	—	—	—	—	—
123	MgCO ₃ (кр.)	89,41	94,22	98,49	—	—	—	—	—	—
124	MgCl ₂ (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) ₂ (кр.)	80,17	84,31	—	—	—	—	—	—	—
127	MnCO ₃ (кр.)	94,47	98,62	102,13	—	—	—	—	—	—
128	MnCl ₂ (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 ₂ (кр.)	62,63	64,98	66,78	—	—	—	—	—	—
131	Mn ₂ O ₃ (кр.)	108,49	111,75	114,56	117,11	119,58	121,75	—	—	—
132	Mn ₃ O ₄ (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 ₃ (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 ₂ (г.)	41,92	43,05	43,93	44,89	45,60	46,32	47,53	49,20	51,76
137	N ₂ O (г.)	43,41	44,78	45,9	46,84	47,67	48,41	49,76	51,53	54,16
138	N ₂ O ₄ (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 ₂ (кр.)	83,11	85,98	88,28	90,22	91,93	93,48	96,24	99,89	—
141	Na ₃ AlF ₆ (кр.)	233,70	241,18	248,28	255,15	—	—	—	—	—
142	NaBr (кр.)	53,18	—	—	—	—	—	—	—	—
143	Na ₂ CO ₃ ·α	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	NaI (кр.)	55,0	55,34	55,68	56,02	56,30	—	—	—	—
147	NaNO ₃ (кр.)	115,85	—	—	—	—	—	—	—	—
148	Na ₂ O ₂ (кр.)	95,91	99,17	102,43	105,70	—	—	—	—	—
149	NaOH (кр.)	66,19	—	—	—	—	—	—	—	—
150	Na ₂ S (кр.)	110,26	113,69	117,12	120,55	123,98	127,41	—	—	—

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

III. Органические Углево

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

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									№ по пор.
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	27,63	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 породы

194	CH ₄ (г.) метан	9,86	10,54	11,20	11,85	12,47	13,06	14,17	15,60	—	194
195	C ₂ H ₂ (г.) ацетилен	11,78	12,29	12,74	13,14	13,49	13,82	14,37	15,08	—	195
196	C ₂ H ₄ (г.) этилен	12,87	13,95	14,93	15,84	16,68	17,44	18,79	20,44	—	196
197	C ₂ H ₆ (г.) этан	15,72	17,16	18,49	19,74	20,90	22,00	23,91	26,34	—	197
198	C ₃ H ₄ (г.) пропadiен	17,08	18,38	19,56	20,64	21,60	22,45	—	—	—	198
199	C ₃ H ₆ (г.) пропилен	19,09	20,77	22,32	23,76	25,08	26,30	28,45	31,06	—	199
200	C ₃ H ₈ (г.) пропан	22,48	24,62	26,59	28,40	30,07	31,59	34,33	37,57	—	200

№ 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								
201	C_4H_8 (г.) 1,3-бута- диен	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.) <i>цис</i> -2-бу- тилен	101,7	111,9	121,3	130,0	137,9	145,1	—	—	—
204	C_4H_8 (г.) <i>транс</i> - 2-бутилен	108,9	118,2	126,9	134,9	142,3	149,1	161,1	175,9	—
205	C_4H_8 (г.) 2-метил- пропилен	110,7	120,2	128,8	136,8	144,2	150,9	162,8	177,2	—
206	$n-C_4H_{10}$ (г.) <i>н</i> -бу- тан	124,6	136,0	146,3	155,9	164,7	172,8	187,0	204,2	—
207	<i>изо</i> - C_4H_{10} (г.) <i>изо</i> - бутан	123,9	135,6	146,3	156,1	165,0	173,2	187,5	204,7	—
208	C_5H_{10} (г.) цикло- пентан	117,9	133,1	146,8	159,4	170,8	181,1	199,1	220,6	—
209	$n-C_5H_{12}$ (г.) <i>н</i> -пен- тан	154,4	168,2	180,9	192,6	203,2	213,0	230,2	251,1	—
210	C_5H_{12} (г.) 2-метил- бутан	154,1	168,5	181,5	193,5	204,3	214,2	231,4	252,3	—
211	C_5H_{12} (г.) 2,2-ди- метилпропан	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.) цикло- гексан	149,9	169,1	186,7	202,9	217,5	230,6	—	—	—
214	$n-C_6H_{14}$ (г.) <i>н</i> -гек- сан	184,3	200,6	215,5	229,3	241,8	253,3	273,5	298,0	—
215	$C_6H_5CH_3$ (г.) то- луол	138,2	152,8	165,8	177,5	188,1	197,6	213,8	233,0	—
216	$n-C_7H_{16}$ (г.) <i>н</i> -геп- тан	214,2	233,0	250,2	266,0	280,4	293,7	316,9	345,0	—
217	<i>о</i> - C_6H_4 $(CH_3)_2$ (г.) <i>о</i> -ксилол	171,0	187,2	201,8	215,2	227,3	238,2	257,2	279,8	—
218	<i>м</i> - C_6H_4 $(CH_3)_2$ (г.) <i>м</i> -ксилол	166,8	183,6	198,7	212,5	225,0	236,2	255,7	278,8	—
219	<i>п</i> - C_6H_4 $(CH_3)_2$ (г.) <i>п</i> -ксилол	165,6	182,3	197,4	211,2	223,6	234,9	254,4	277,5	—
220	$n-C_8H_{18}$ (г.) <i>н</i> -ок- тан	243,8	265,1	284,4	302,2	318,4	333,1	358,8	389,3	—

Кислородсодер

221	CH_2O (г.) муравь- иный альдегид	39,58	41,77	43,86	45,84	47,72	49,50	52,74	56,81	—
222	CH_2O_2 (г.) муравь- иная кислота	56,70	60,13	63,23	66,02	68,50	70,66	—	—	—
223	CH_4O (г.) метило- вый спирт	52,21	56,03	59,64	63,04	66,23	69,22	—	—	—
224	C_2H_4O (г.) уксу- сный альдегид	65,52	70,69	75,50	79,96	84,06	87,79	—	—	—
225	C_2H_3O (г.) окись этилена	62,38	68,54	74,12	79,10	83,64	87,70	—	—	—

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

жащие соединения

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

№ 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								
226	C ₂ H ₄ O ₂ (г.) уксусная кислота . .	80,51	86,82	92,54	97,63	102,2	106,4	113,5	122,1	—
227	C ₂ H ₆ O (г.) этиловый спирт . .	87,76	94,06	99,88	105,2	110,1	114,6	122,6	132,5	—
228	C ₃ H ₆ O (г.) ацетон	92,66	99,80	106,5	112,8	118,6	124,1	133,7	144,9	—
Г а л о г е н с о д е р ж а щ и е										
229	CH ₃ F (г.) фтористый метил . .	43,84	47,35	50,66	53,79	56,71	59,45	64,33	70,20	—
230	CH ₃ Cl (г.) хлористый метил . .	48,47	51,29	54,42	57,35	60,11	62,77	67,23	72,65	—
231	CH ₃ Br (г.) бромистый метил . .	49,75	52,96	55,98	58,81	61,47	63,94	68,34	73,57	—
232	CH ₃ I (г.) иодистый метил	51,40	54,53	57,44	60,20	62,62	64,89	—	—	—
233	CH ₂ F ₂ (г.) дифторметан	50,07	54,84	58,29	61,45	64,30	66,83	—	—	—
234	CH ₂ Cl ₂ (г.) дихлорметан	59,39	62,85	64,86	68,63	71,02	73,14	—	—	—
235	CHF ₃ (г.) трифторметан	60,76	64,56	67,98	71,04	73,71	76,02	—	—	—
236	CHCl ₃ (г.) трихлорметан (хлороформ)	75,21	78,11	80,40	82,31	83,98	85,48	—	—	—
237	CF ₄ (г.) тетрафторметан	74,36	78,11	81,00	83,35	85,38	87,15	—	—	—
238	CCl ₄ (г.) тетрахлорметан (четырёххлористый углерод)	91,38	93,55	95,24	96,60	97,79	98,83	—	—	—
239	C ₂ H ₅ F (г.) фтористый этил	73,24	79,60	—	—	—	—	—	—	—
240	C ₂ H ₅ Cl (г.) хлористый этил	76,48	82,66	88,25	—	—	—	—	—	—
241	C ₆ H ₅ F (г.) фторбензол	123,5	135,9	146,8	156,3	164,7	172,0	184,1	198,1	—
242	C ₆ H ₅ Cl (г.) хлорбензол	125,8	137,6	147,9	156,8	164,7	171,7	—	—	—
243	C ₇ H ₅ F ₃ (г.) фенилтрифторметан	167,4	182,9	196,5	208,3	218,6	227,6	242,3	259,2	—
А з о т с о д е р ж а щ и е										
244	CH ₂ N ₂ (г.) диазотметан	57,76	60,80	63,44	65,78	67,68	70,04	—	—	—
245	CH ₃ N (г.) метиламин	62,20	66,94	71,42	75,64	79,65	83,35	90,01	98,08	—
246	CH ₆ N ₂ (г.) метилгидразин	87,55	93,87	99,82	105,4	110,6	115,4	123,9	133,8	—
247	C ₂ H ₇ N (г.) диметиламин	87,27	94,49	102,9	109,6	115,9	121,6	131,6	143,7	—
248	C ₃ H ₉ N (г.) триметиламин	117,2	128,3	138,5	147,6	155,8	163,3	176,2	191,9	—
249	C ₅ H ₅ 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
соединения									
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
соединения									
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						$H_T^\circ - H_0^\circ$, ккал/моль (при 298° К)	$\Delta H_{f,0}^\circ$, ккал/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 ₂	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 ₂	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 ₂	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 ₂	102,182	116,922	130,482	136,963	148,904	157,603	8,447	0
10	I	159,895	170,640	180,410	185,050	193,481	199,476	6,196	74,383
11	I ₂	226,677	244,576	261,374	269,469	284,399	295,114	10,117	0
12	N ₂	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 ₂	175,929	191,058	205,171	212,09	225,111	234,722	8,682	0
15	S ₂	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 ₂	182,263	199,439	217,158	226,409	244,689	258,759	9,368	-393,229
18	COCl ₂	240,433	264,830	290,817	304,399	330,912	350,966	12,866	-215,932
19	CS ₂	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	200,419	8,599	-268,571
23	HI	177,448	192,481	206,300	212,999	225,547	234,819	8,657	-4,146
24	H ₂ O	155,507	172,770	188,845	196,744	211,853	223,392	9,908	-238,906
25	H ₂ S	172,310	189,778	206,351	214,656	230,819	243,287	9,958	-82,061
26	NH ₃	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 ₂	205,878	224,191	242,433	251,827	270,211	284,253	10,226	36,263
29	SO ₂	212,710	231,760	250,868	260,672	279,663	293,972	10,548	-358,937
30	SO ₃	217,777	240,057	264,065	276,838	302,168	321,595	11,824	-453,947

II. Неорганические

вычисления констант равновесия газовых реакций

$$\lg K_f = -\frac{1}{2,3R} \left[\frac{\Delta(G^\circ - H_0^\circ)}{T} + \frac{\Delta H_0^\circ}{T} \right]$$

298,15—2000° К

№ по пор.	Вещество	$-\frac{G^\circ - H_0^\circ}{T}$, ккал/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	5,306	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

43,265	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					$\frac{H_T^\circ - H_0^\circ}{T}$, ккал/моль (при 298° К)	ΔH_f° , ккал/моль
		298,15° К	500° К	800° К	1000° К	1500° К		

III. Органические

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

№ по пор.	Вещество	$\frac{G^\circ - H_0^\circ}{T}$, ккал/моль-град					$\frac{H_T^\circ - H_0^\circ}{T}$, ккал/моль (при 298° К)	ΔH_f° , ккал/моль	№ по пор.
		298,15° К	500° К	800° К	1000° К	1500° 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	-16,006	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

9. Теплота сгорания органических соединений в стандартных условиях

Конечные продукты сгорания: CO_2 (г.), H_2O (ж.), N_2 (г.), SO_2 (г.). В соединениях, содержащих галогены, конечными продуктами, помимо указанных, являются галогеноводороды.

Соединения	ΔH_{298}°		Соединения	ΔH_{298}°	
	кДж/моль	ккал/моль		кДж/моль	ккал/моль
Углеводороды					
C_1H_4 (г.) метан	-890,31	-212,79	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ (кр.) бензойная кислота	-3227,54	-771,4
C_2H_2 (г.) ацетилен	-1299,63	-310,62	$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ (кр.) стевариновая кислота	-11274,6	-2694,7
C_2H_4 (г.) этилен	-1410,97	-337,23	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (кр.) глюкоза	-2815,8	-673
C_2H_6 (г.) этан	-1559,88	-372,82	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ (кр.) камфора	-5904	-1411
C_3H_4 (г.) пропилен	-2058,53	-492,0	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (кр.) сахароза	-5648	-1350
C_3H_8 (г.) пропан	-2220,03	-530,6	Галогенсодержащие соединения		
<i>n</i> - C_4H_{10} (г.) <i>n</i> -бутан	-2878,38	-687,95	CCl_4 (ж.) четыреххлористый углерод	-156,1	-37,3
<i>изо</i> - C_4H_{10} (г.) изобутан	-2871,69	-686,35	CHCl_3 (ж.) хлороформ	-373,2	-89,2
C_5H_{12} (г.) пентан	-3536,15	-845,16	CH_2Cl_2 (г.) хлористый метил	-689,1	-164,7
C_6H_6 (г.) бензол	-3301,59	-789,10	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ (ж.) хлорбензол	-3140,9	-750,7
C_6H_8 (ж.) бензол	-3267,70	-781,0	Серусодержащие соединения		
C_6H_{12} (ж.) циклогексан	-3919,91	-936,88	COS (г.) сероокись углерода	-553,1	-132,2
C_7H_8 (ж.) толуол	-3910,28	-934,58	CS_2 (ж.) сероуглерод	-1075	-257
C_8H_{18} (ж.) <i>n</i> -октиол	-4552,86	-1088,16	Азотсодержащие соединения		
C_{10}H_8 (кр.) нафталин	-5156,78	-1232,5	CH_4ON_2 (кр.) мочевина	-634,3	-151,1
$\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ (кр.) фенантрен	-7049,87	-1684,96	C_2N_2 (г.) дициан	-1087,8	-260,0
Кислородсодержащие соединения			$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2\text{N}_2$ (ж.) нитроглицерин	-1541,4	-368,4
$\text{C}_1\text{H}_4\text{O}$ (ж.) метиловый спирт	-726,64	-173,67	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ (ж.) пиридин	-2755,2	-658,5
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (ж.) этиловый спирт	-1366,91	-326,70	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2\text{N}_2$ (кр.)		
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (ж.) гликоль	-1192,86	-285,1	симм-тринитробензол	-2778,2	-664,0
$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2$ (ж.) глицерин	-1664,40	-397,8	несимм-тринитробензол	-2839,3	-678,6
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (кр.) фенол	-3063,52	-732,2	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_2\text{N}_3$ (кр.) пикриновая кислота	-2560,2	-611,9
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (г.) формальдегид	-563,58	-134,7	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_4\text{N}_2$ (кр.)		
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (г.) ацетальдегид	-1192,44	-285,0	<i>o</i> -динитробензол	-2944,3	-703,7
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (ж.) ацетон	-1789,79	-427,77	<i>m</i> -динитробензол	-2917,1	-697,2
$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ (ж.) этилацетат	-2254,21	-538,77	<i>p</i> -динитробензол	-2910,4	-695,6
$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ (ж.) диэтиловый эфир	-2730,90	-652,7	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$ (ж.) нитробензол	-3091,2	-738,9
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (ж.) муравьиная кислота	-256,48	-61,3	$\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_3\text{N}$ (кр.) <i>p</i> -нитрофенол	-2884	-689,3
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (ж.) уксусная кислота	-873,79	-208,84	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ (ж.) анилин	-3396,2	-811,7
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ (кр.) щавелевая кислота	-246,02	-58,8			

Температура 3000—10 000° К

Вещество	$-\frac{\bar{G}^{\circ} - H_0^{\circ}}{T}$, дж/моль·град			$-\frac{\bar{G}^{\circ} - H_0^{\circ}}{T}$, кал/моль·град		
	3000° К	5000° К	10 000° К	3000° К	5000° К	10 000° К
Br	202,8002	214,0647	—	48,4704	51,1627	—
Br ₂	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 ₂	271,638	291,185	—	64,923	69,595	—
F	187,0700	197,8819	—	44,7108	47,2949	—
F ₂	250,170	270,023	—	59,792	64,537	—
H	141,8146	152,4332	166,8429	33,8945	36,4324	39,8764
H ₂	170,3838	187,5896	213,1459	40,7227	44,8350	50,9431
I	207,9950	218,9596	—	49,7120	52,3326	—
I ₂	310,390	330,344	—	74,185	78,954	—
N ₂	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 ₂	248,8120	267,5982	294,8105	59,4675	63,9575	70,4614
S ₂	276,445	296,244	—	66,072	70,804	—
CH ₄	268,291	310,670	—	64,123	74,252	—
CO	239,4495	257,2361	282,5376	57,2298	61,4809	67,5281
CO ₂	279,956	308,545	—	66,911	73,744	—
COCl ₂	380,631	419,722	—	90,973	100,316	—
CS ₂	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	—
HI	248,438	266,529	—	59,378	63,702	—
H ₂ O	241,099	266,031	305,118	57,624	63,583	72,925
H ₂ S	262,354	288,868	—	62,704	69,041	—
NH ₃	260,659	294,972	—	62,299	70,500	—
NO	253,248	271,2726	296,6556	60,5278	64,8357	70,9024
NO ₂	305,386	334,435	—	72,989	79,932	—
SO ₂	315,235	343,527	—	75,343	82,105	—
SO ₃	350,602	389,154	—	83,796	93,010	—

10. Интегральная теплота растворения ΔH_m солей в воде при 25° С

№ по пор.	т, моли соли на 1 кг H_2O	LiCl		LiBr		NaCl		NaBr		NaI		KCl		KBr	
		кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль
1	1/∞	-37,13	-8,875	-49,02	-11,717	3,89	0,930	-0,63	-0,150	-7,57	-1,81	17,23	4,119	20,04	4,790
2	0,01	-36,97	-8,835	-48,91	-11,690	4,06	0,970	-0,50	-0,120	-7,41	-1,77	17,39	4,157	20,17	4,820
3	0,02	-36,86	-8,810	-48,87	-11,680	4,10	0,980	-0,42	-0,100	-7,36	-1,76	17,44	4,168	20,25	4,840
4	0,05	-36,71	-8,775	-48,74	-11,650	4,18	1,000	-0,31	-0,075	-7,24	-1,73	17,51	4,185	20,29	4,850
5	0,1	-36,48	-8,720	-48,62	-11,620	4,25	1,015	-0,29	-0,070	-7,20	-1,72	17,55	4,195	20,33	4,860
6	0,2	-36,34	-8,685	-48,39	-11,565	4,27	1,020	-0,27	-0,065	-7,15	-1,71	17,57	4,199	20,29	4,850
7	0,3	-36,19	-8,650	-48,28	-11,540	4,25	1,015	-0,29	-0,070	-7,24	-1,73	17,55	4,194	20,25	4,840
8	0,4	-36,07	-8,620	-48,20	-11,520	4,16	0,995	-0,40	-0,095	-7,32	-1,75	17,50	4,182	20,15	4,815
9	0,5	-35,98	-8,600	-48,12	-11,500	4,10	0,980	-0,44	-0,105	-7,41	-1,77	17,43	4,166	20,04	4,790
10	1,0	-35,65	-8,520	-47,74	-11,410	3,79	0,905	-0,86	-0,205	-7,82	-1,87	17,28	4,130	19,54	4,670
11	2,0	-35,15	-8,400	-47,11	-11,260	3,18	0,760	-1,65	-0,395	-8,62	-2,06	16,72	3,995	18,68	4,465
12	3,0	-34,52	-8,250	-46,53	-11,120	2,66	0,635	-2,28	-0,545	-9,37	-2,24	16,17	3,865	17,99	4,300
13	4,0	-33,89	-8,100	-46,02	-11,000	2,26	0,540	-2,78	-0,665	-10,04	-2,40	15,75	3,765	17,36	4,150
14	5,0	-33,18	-7,930	-45,50	-10,875	1,99	0,475	-3,20	-0,765	-10,54	-2,52	—	—	16,82	4,021
15	6,0	-32,43	-7,750	-44,85	-10,720	1,88	0,450	-3,47	-0,830	-10,92	-2,61	—	—	—	—
16	7,0	-31,63	-7,560	-44,22	-10,570	—	—	-3,66	-0,875	-11,13	-2,66	—	—	—	—
17	8,0	-30,79	-7,360	-43,51	-10,400	—	—	-3,70	-0,885	-11,25	-2,69	—	—	—	—
18	9,0	-29,92	-7,150	-42,80	-10,230	—	—	-3,62	-0,865	-11,25	-2,69	—	—	—	—
19	10,0	-29,00	-6,930	-41,97	-10,030	—	—	—	—	-11,17	-2,67	—	—	—	—
20	12,0	-27,03	-6,460	-35,82	-8,560	—	—	—	—	-10,71	-2,56	—	—	—	—
21	15,0	-23,97	-5,730	-36,57	-8,740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	Насыщ. раствор	-19,35	-4,624	-31,88	-7,62	1,95	0,466	-3,61	-0,863	-10,59	-2,53	15,45	3,692	16,49	3,942
Концентрация т насыщенного раствора, моли соли на 1 кг H_2O		19,9		18,6		6,15		9,15		12,33		4,82		5,70	

Продолжение

№ по пор.	т, моли соли на 1 кг H_2O	KI		KClO ₄		KNO ₃		K ₂ SO ₄		NH ₄ Cl		NH ₄ NO ₃		CaCl ₂	
		кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль
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	25,77	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	25,79	6,165	-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	25,82	6,17	-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	25,75	6,155	-80,88	-19,33
6	0,2	20,67	4,940	—	—	—	—	24,58	5,875	15,19	3,630	25,56	6,11	-80,50	-19,24
7	0,3	20,59	4,920	—	—	—	—	24,27	5,800	15,23	3,640	25,38	6,065	-80,25	-19,18
8	0,4	20,42	4,880	—	—	—	—	23,95	5,725	15,27	3,650	25,21	6,025	-80,02	-19,125
9	0,5	20,29	4,850	—	—	—	—	23,58	5,635	15,27	3,650	25,06	5,99	-79,83	-19,08
10	1,0	19,73	4,715	—	—	—	—	—	—	15,31	3,660	24,31	5,81	-79,04	-18,89
11	2,0	18,62	4,450	—	—	—	—	—	—	15,27	3,650	23,05	5,51	-77,74	-18,58
12	3,0	17,66	4,220	—	—	—	—	—	—	15,23	3,640	21,97	5,25	—	—
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	Насыщ. раствор	14,07	3,362	—	—	—	—	22,78	5,445	15,02	3,590	—	—	—	—
Концентрация т насыщенного раствора, моли соли на 1 кг H_2O		8,98		—		—		0,69		7,35		—		—	

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

№ по пор.	Число молей H_2O на 1 моль кислоты или щелочи	т, моли кислоты или щелочи на 1 кг H_2O	HCl		H_2SO_4		HNO_3		NH_3 (г.)		NaOH		KOH	
			кДж/моль	ккал/моль	кДж/моль	ккал/моль	кДж/моль	ккал/моль	кДж/моль	ккал/моль	кДж/моль	ккал/моль	кДж/моль	ккал/моль
1	0,5	111,02	—	—	15,73	3,76	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1	55,51	26,23	6,268	28,07	6,71	13,11	3,134	29,54	7,06	—	—	—	—
3	2	27,75	48,82	11,668	41,92	10,02	20,08	4,800	32,05	7,66	—	—	—	—
4	3	18,50	56,85	13,588	48,99	11,71	24,30	5,808	32,76	7,83	28,89	6,905	41,80	9,99
5	4	13,88	61,20	14,628	54,06	12,92	26,98	6,448	33,26	7,95	34,43	8,230	45,77	10,94
6	5	11,10	64,05	15,308	58,03	13,87	28,73	6,866	33,60	8,03	37,76	9,025	48,24	11,53
7	6	9,25	65,89	15,748	60,75	14,52	29,84	7,131	—	—	39,87	9,530	49,87	11,920
8	8	6,94	68,23	16,308	64,60	15,44	31,12	7,439	—	—	41,92	10,020	51,76	12,370
9	10	5,55	69,49	16,608	67,03	16,02	31,84	7,610	34,27	8,19	42,51	10,160	52,66	12,585
10	15	3,70	70,99	16,967	70,17	16,77	32,46	7,758	—	—	42,84	10,240	53,62	12,815
11	20	2,78	71,78	17,155	71,50	17,09	32,67	7,808	34,43	8,23	42,87	10,245	53,95	12,895
12	30	1,85	72,59	17,350	72,68	17,37	32,76	7,830	34,48	8,24	—	—	—	—
13	40	1,39	73,02	17,453	73,09	17,47	32,75	7,828	34,48	8,24	—	—	—	—
14	50	1,11	73,28	17,514	73,35	17,53	32,74	7,826	34,52	8,25	42,53	10,165	54,33	12,985
15	75	0,740	73,65	17,602	73,68	17,61	32,74	7,825	—	—	—	—	—	—
16	100	0,555	73,85	17,650	73,97	17,68	32,75	7,827	34,56	8,26	42,34	10,120	54,45	13,015
17	200	0,278	74,20	17,735	74,94	17,91	32,80	7,840	34,64	8,28	42,30	10,110	54,56	13,040
18	500	0,111	74,52	17,811	76,73	18,34	32,90	7,863	—	—	42,36	10,125	54,75	13,085
19	700	0,0793	74,61	17,832	77,57	18,54	32,94	7,873	—	—	—	—	—	—
20	1 000	0,0555	74,68	17,850	78,58	18,78	32,98	7,882	—	—	42,47	10,150	54,87	13,115
21	2 000	0,0278	74,82	17,883	80,88	19,33	33,05	7,899	—	—	42,55	10,170	55,00	13,145
22	5 000	0,0111	74,93	17,909	84,43	20,18	33,13	7,919	—	—	42,66	10,195	55,10	13,170
23	10 000	0,0056	74,99	17,924	87,07	20,81	33,19	7,932	—	—	42,72	10,210	55,17	13,185
24	20 000	0,0028	75,04	17,935	89,62	21,42	—	—	—	—	—	—	—	—
25	50 000	0,0011	75,08	17,944	92,34	22,07	33,27	7,951	—	—	42,80	10,230	55,25	13,204
26	∞	$1/\infty$	75,14	17,960	96,19	22,99	33,34	7,968	34,64	8,28	42,87	10,245	55,31	13,220

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

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

**13. Интегральная теплота растворения ΔH_m
некоторых солей в этиленгликоле**

m, моли соли на 1 кг растворителя	NaI				KI	
	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 ΔH_m некоторых солей
в ацетоне, этиловом и метиловом спиртах**

m , моли соли на 1 кг растворителя	NaI в ацетоне				NaI в этиловом спирте				NaI в метиловом спирте				KI в метиловом спирте			
	25° C		40° C		25° C		45° C		25° C		50° C		25° C		50° C	
	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль
0,00	-44,10	-10,54	-42,93	-10,26	-24,52	-5,86	-23,79	-5,54	-32,05	-7,66	-29,08	-6,95	—	—	—	—
0,01	-42,55	-10,17	-41,46	-9,91	-23,64	-5,65	-22,43	-5,36	-31,71	-7,58	—	—	—	—	—	—
0,05	-39,37	-9,41	-37,28	-8,90	-21,09	-5,04	-20,29	-4,85	-29,87	-7,14	—	—	—	—	—	—
0,1	-36,82	-8,80	-32,97	-7,88	-19,75	-4,72	-18,41	-4,40	-27,99	-6,69	-28,66	-6,85	0,63	0,15	0,00	0,00
0,2	-34,39	-8,22	-31,46	-7,52	-18,03	-4,31	-16,57	-3,96	-26,48	-6,33	-27,20	-6,50	2,64	0,63	2,01	0,48
0,3	-33,39	-7,98	-30,54	-7,30	-16,86	-4,03	-15,31	-3,66	-25,98	-6,21	-26,36	-6,30	3,97	0,95	3,56	0,85
0,4	-32,55	-7,78	-29,79	-7,12	-16,02	-3,83	-14,39	-3,44	-25,61	-6,12	-25,94	-6,20	4,06	0,97	3,97	0,95
0,5	-31,88	-7,62	-29,20	-6,98	-15,48	-3,70	-13,60	-3,25	-25,23	-6,03	-25,52	-6,10	4,14	0,99	4,39	1,05
1,0	-28,95	-6,92	-26,11	-6,24	-14,31	-3,42	-11,17	-2,67	-23,85	-5,70	-22,59	-5,40	4,52	1,08	6,07	1,45
2,0	-23,93	-5,72	-21,00	-5,02	-11,92	-2,85	-8,49	-2,03	-21,55	-5,15	-17,99	-4,30	—	—	—	—
3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	-19,16	-4,58	-15,48	-3,70	—	—	—	—
4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	-16,61	-3,97	-12,55	-3,00	—	—	—	—
5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	-14,64	-3,50	-10,88	-2,60	—	—	—	—
Насыщ. раствор	-21,92	-5,24	-20,59	-4,92	-10,21	-2,44	-6,02	-1,44	-14,23	-3,40	-10,04	-2,40	4,69	1,12	6,40	1,53
Концентрация m насыщен- ного раство- ра, моли соли на 1 кг растворителя	2,68		~2,20		2,84		2,89		5,34		5,34		1,01		1,08	

**15. Интегральная теплота растворения ΔH_m иодистого натрия
в водно-диоксановом растворителе при 25° C**

m , моли NaI на 1 кг растворителя	Содержание диоксана в растворителе							
	8,0 мол. % (30 вес. %)		14,8 мол. % (46 вес. %)		18,4 мол. % (52 вес. %)		30,4 мол. % (68 вес. %)	
	ΔH_m		ΔH_m		ΔH_m		ΔH_m	
	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль
0,000	-15,06	-3,60	-20,88	-4,99	-22,76	-5,44	-27,74	-6,63
0,025	-14,27	-3,41	-19,92	-4,76	-22,26	-5,32	-27,15	-6,49
0,050	-13,81	-3,30	-19,25	-4,60	-21,80	-5,21	-26,57	-6,35
0,100	-13,60	-3,25	-18,83	-4,50	-20,96	-5,01	-25,77	-6,16
0,150	-13,47	-3,22	-18,58	-4,44	-20,63	-4,93	-25,40	-6,07
0,200	-13,37	-3,19	-18,45	-4,41	-20,46	-4,89	-25,19	-6,02
0,300	-13,22	-3,16	-18,24	-4,36	-20,29	-4,85	-24,94	-5,96
0,400	-13,12	-3,13	-18,07	-4,32	-20,17	-4,82	-24,81	-5,93
0,500	-13,05	-3,12	-17,99	-4,30	-20,08	-4,80	-24,73	-5,91
0,600	-13,03	-3,11	-17,95	-4,29	-20,00	-4,78	-24,69	-5,90
0,700	-13,01	-3,11	-17,91	-4,28	-19,96	-4,77	-24,64	-5,89
0,800	-12,99	-3,10	-17,89	-4,27	-19,92	-4,76	-24,64	-5,89
0,900	-12,99	-3,10	-17,87	-4,27	-19,87	-4,75	-24,64	-5,89
1,000	-13,01	-3,11	-17,84	-4,265	-19,85	-4,74	-24,64	-5,89
1,100	-13,01	-3,11	-17,82	-4,26	-19,85	-4,74	-24,64	-5,89
1,200	-13,03	-3,12	-17,82	-4,26	-19,85	-4,74	-24,64	-5,89
1,570	-13,12	-3,13	-17,82	-4,26	-19,85	-4,74	-24,64	-5,89
2,653	-13,33	-3,18	-17,82	-4,26	-19,85	-4,74	—	—
2,995	-13,43	-3,21	-17,82	-4,26	—	—	—	—
4,953	-13,81	-3,30	—	—	—	—	—	—
Концентрация m насыщенного рас- твора, моли соли на 1 кг раствори- теля	4,953		2,995		2,653		1,570	

16. Химическая теплота ΔH_h^i , энтропия ΔS_h^i
и энергия ΔG_h^i гидратации ионов в бесконечно
разбавленных водных растворах при 25° С

Ион	$-\Delta H_h^i$, кдж/моль	$-\Delta S_h^i$, дж/моль·град	$-\Delta G_h^i$, кдж/моль	$-\Delta H_h^i$, ккал/моль	$-\Delta S_h^i$, кал/моль·град	$-\Delta G_h^i$, ккал/моль
Ag ⁺	489,53	66,51	472,79	117	15,93	113
Ba ²⁺	1338,88	129,70	1297,04	320	31	310
Br ⁻	317,98	56,15	301,25	76	13,42	72
CN ⁻	347,27	96,23	317,98	83	23	76
CO ₃ ²⁻	1389,09	273,22	1309,60	332	65,3	313
Ca ²⁺	1615,02	183,68	1560,63	386	43,90	373
Cd ²⁺	1836,78	202,09	1778,20	439	48,30	425
Cl ⁻	351,46	71,55	330,54	84	17,1	79
ClO ₄ ⁻	225,94	55,64	209,20	54	13,3	50
Cs ⁺	280,33	10,04	276,14	67	2,4	66
Cu ²⁺	2129,66	247,70	2054,34	509	59,20	491
F ⁻	485,34	128,44	447,69	116	30,7	107
H ⁺	1108,76	—	—	265	—	—
H ₃ O ⁺	460,24	—	—	110	—	—
I ⁻	280,33	33,67	267,78	67	8,05	64
K ⁺	338,90	25,94	330,54	81	6,2	79
Li ⁺	531,36	92,05	506,26	127	22,0	121
Mg ²⁺	1953,94	240,16	1882,80	467	57,4	450
Mn ²⁺	1878,62	227,19	1811,67	449	54,30	433
MnO ₄ ⁻	246,86	53,14	230,12	59	12,7	55
NH ₄ ⁺	326,35	46,44	313,80	78	11,1	75
NO ₃ ⁻	309,62	70,71	288,70	74	16,9	69
Na ⁺	422,59	61,09	405,84	101	14,6	97
Ni ²⁺	2138,02	274,47	2054,34	511	65,6	491
OH ⁻	510,45	157,32	464,42	122	37,6	111
Pb ²⁺	1514,61	126,36	1476,95	362	30,2	353
Rb ⁺	313,80	13,39	309,62	75	3,2	74
SCN ⁻	309,62	—	—	74	—	—
SO ₄ ²⁻	1108,76	219,66	1041,82	265	52,5	249
Sr ²⁺	1476,95	164,43	1426,74	353	39,3	341
Tl ⁺	343,09	21,34	334,72	82	5,1	80
Zn ²⁺	2075,26	240,83	2004,14	496	57,56	479

17. Энергия кристаллических решеток

В скобках приведены значения U_{298}° по Мелвин-Хьюзу.

	F		Cl		Br		I		O		S		OH		H	
	кдж	ккал	кдж	ккал	кдж	ккал	кдж	ккал	кдж	ккал	кдж	ккал	кдж	ккал	кдж	ккал
	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль	моль
Li	1024	244,4	841,8	201,4	802,0	191,7	748,0	178,6	2900	692	—	—	854,0	205	920,8	220
Na	940,0	217,2	774,0	185,0	741,0	177,1	694,0	165,7	—	—	—	—	884,5	211,3	840,0	193
K	830,0	192,7	730,0	168,0	677,5	161,9	637,5	152,3	—	—	—	—	790,0	188,7	690,0	165
Rb	774,0	184,8	678,0	162,0	654,0	156,4	618,0	147,7	—	—	—	—	766,0	183,1	678,0	162
Cs	732,0	174,8	646,0	154,4	625,5	149,5	592,0	141,5	—	—	—	—	720,0	172,0	653,0	156
NH ₃	816,0	195	640,0	153	615,0	147	578,0	138	—	—	—	—	—	—	—	—
Ag	871,0 (942)	208 (225)	783,0 (892,0)	187 (213)	757,0 (876)	181 (209)	736,6 (866)	176 (207)	2455 (2455)	587 (587)	—	—	—	—	—	—
Cu ^I	—	—	866,0	207	829,0	198	787,0	188	2720	647	2580	616	—	—	—	—
Mg	2920 (2885)	696 (689)	2500 (2480)	597 (595)	2420 (2424)	576 (577)	2505 (2530)	550 (553)	3950 (3810)	944 (910)	3320 (3260)	794 (778)	—	—	—	—
Ca	2620 (2580)	624 (617)	2240 (2198)	535 (525)	2155 (2128)	515 (508)	2060 (2040)	493 (487)	3530 (3520)	844 (842)	3110 (3020)	742 (722)	2580 —	617 —	— —	— —
Sr	2460 (2430)	588 (580)	2120 (2110)	507 (504)	2048 —	489 —	1945 (1954)	465 (467)	3340 (3320)	793 (791)	2900 (2875)	693 (687)	2425 —	577 —	— —	— —
Ba	2315 (2290)	553 (547)	2020 (1958)	483 (468)	1950 (1938)	466 (463)	1845 (1840)	441 (440)	3140 (3127)	750 (747)	2240 (2248)	654 (656)	2300 —	549 —	— —	— —
Cu ^{II}	—	—	(2762)	(660)	—	—	—	—	(4140)	(990)	(3725)	(890)	—	—	—	—
Zn	—	—	—	—	—	—	—	—	4130	983	3442	822	—	—	—	—
	—	—	(2690)	(642)	(2650)	(633)	(2595)	(620)	(4060)	(970)	(3565)	(852)	—	—	—	—
Cd	2638 (2770)	630 (662)	— (2502)	— (598)	— (2480)	— (593)	— (2358)	— (563)	3655 (3820)	873 (911)	3230 (3358)	771 (802)	—	—	—	—

18. Термодинамические функции Эйнштейна
для линейного гармонического осциллятора

Продолжение

T/θ	C_E	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T C dT$	$S = \frac{U-F}{T}$	C_E	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T C dT$	$S = \frac{U-F}{T}$
	дж/г-ат-град				кал/г-ат-град			
0	8,309	8,309	—	—	1,986	1,986	—	—
0,10	8,297	7,899	19,539	27,447	1,983	1,888	4,67	6,560
0,15	8,288	7,703	16,276	23,974	1,981	1,841	3,89	5,730
0,20	8,280	7,368	14,184	21,715	1,979	1,761	3,39	5,190
0,25	8,268	7,309	12,510	19,832	1,976	1,747	2,99	4,740
0,30	8,259	7,121	11,213	18,368	1,974	1,702	2,68	4,390
0,35	8,230	6,941	10,125	17,071	1,967	1,659	2,42	4,080
0,40	8,200	6,757	9,205	15,983	1,960	1,615	2,20	3,820
0,45	8,167	6,577	8,452	15,062	1,952	1,572	2,02	3,600
0,50	8,138	6,406	7,740	14,142	1,945	1,531	1,85	3,380
0,55	8,109	6,234	7,150	13,389	1,938	1,490	1,709	3,200
0,60	8,067	6,063	6,615	12,682	1,928	1,449	1,581	3,031
0,65	8,025	5,899	6,138	12,037	1,918	1,410	1,467	2,877
0,70	7,983	5,736	5,707	11,447	1,908	1,371	1,364	2,736
0,75	7,933	5,581	5,314	10,895	1,896	1,334	1,270	2,604
0,80	7,883	5,423	4,958	10,385	1,884	1,297	1,185	2,482
0,85	7,828	5,272	4,636	9,912	1,871	1,260	1,108	2,369
0,90	7,774	5,121	4,339	9,464	1,858	1,224	1,037	2,262
0,95	7,715	4,983	4,067	9,046	1,844	1,191	0,972	2,162
1,00	7,652	4,837	3,812	8,652	1,829	1,156	0,911	2,068
1,05	7,590	4,699	3,582	8,280	1,814	1,123	0,856	1,979
1,10	7,523	4,561	3,364	7,929	1,798	1,090	0,804	1,895
1,15	7,456	4,427	3,163	7,845	1,782	1,058	0,756	1,815
1,20	7,385	4,297	2,979	7,280	1,765	1,027	0,712	1,740
1,25	7,309	4,171	2,807	6,979	1,747	0,997	0,671	1,668
1,30	7,234	4,050	2,644	6,694	1,729	0,968	0,632	1,600
1,35	7,159	3,929	2,494	6,422	1,711	0,939	0,596	1,535
1,40	7,079	3,812	2,356	6,012	1,692	0,911	0,563	1,437
1,45	7,000	3,694	2,222	5,916	1,673	0,883	0,531	1,414
1,50	6,941	3,582	2,100	5,682	1,659	0,856	0,502	1,358
1,55	6,832	3,468	1,983	5,456	1,633	0,829	0,474	1,304
1,60	6,745	3,364	1,874	5,238	1,612	0,804	0,448	1,252
1,65	6,661	3,259	1,774	5,033	1,592	0,779	0,424	1,203
1,70	6,569	3,159	1,678	4,837	1,570	0,755	0,401	1,156
1,75	6,481	3,058	1,586	4,648	1,549	0,731	0,379	1,111
1,80	6,389	2,962	1,502	4,464	1,527	0,708	0,359	1,067
1,85	6,297	2,870	1,422	4,293	1,505	0,686	0,340	1,026
1,90	6,205	2,778	1,347	4,125	1,483	0,664	0,322	0,986
1,95	6,113	2,648	1,276	3,966	1,461	0,633	0,305	0,948
2,00	6,021	2,602	1,209	3,812	1,439	0,622	0,289	0,911
2,10	5,828	2,435	1,084	3,523	1,393	0,582	0,259	0,842

T/θ	C_E	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T C dT$	$S = \frac{U-F}{T}$	C_E	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T C dT$	$S = \frac{U-F}{T}$
	дж/г-ат-град				кал/г-ат-град			
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	0,0534
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	0,000	0,012	0,023	0,0030	0,000	0,003
9,20	0,071	0,0075	0,000	0,008	0,017	0,0018	0,000	0,002
9,60	0,050	0,0054	0,000	0,004	0,012	0,0013	0,000	0,001
10,00	0,038	0,0038	0,000	0,000	0,009	0,0009	0,000	0,000
11	0,017	0,0017	0,000	0,000	0,004	0,0004	0,000	0,000
12	0,0071	0,0004	0,000	0,000	0,0017	0,0001	0,000	0,000
13	0,0029	0,0000	0,000	0,000	0,0007	0,0000	0,000	0,000

19. 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 $\text{см}^3/\text{моль}$. Для пересчета в $\text{м}^3/\text{г-ат}$ или $\text{м}^3/\text{моль}$ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-6} .

Вещество	Т. плавл., °К	v	Характеристическая температура θ	Вещество	Т. плавл., °К	v	Характеристическая температура θ
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 ₂	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 ₂	265,8	25,08 **	86	O ₂	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 ₂	171,9	21,36 **	115	Ti	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 ₂	50	16,66 **	100	NaCl	1073	27,0	281
Fe	1806	7,11	433 (410)	BaF ₂	1553	36,4	177
H ₂	13,96	13,21 **	91	CaF ₂	1633	24,5	474
I ₂	386,6	25,93 **	76	H ₂ O	273,15	1	192

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

** Атомный объем.

20. Термодинамические функции Дебая
для кристаллических веществ

θ T	C_v	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{C dT}{T^2}$	$S = \frac{U-F}{T}$	C_v	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{C dT}{T^2}$	$S = \frac{U-F}{T}$
	дж/г-ат-град				кал/г-ат-град			
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

γ , °	C_p	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C_p dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = -\int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T C_p dT$	$S = \frac{U-F}{T}$	C_p	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C_p dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = -\int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T C_p dT$	$S = \frac{U-F}{T}$
	дж/г-ат-град				кал/г-ат-град			
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
4,8	9,83	3,205	1,2749	4,481	2,35	0,766	0,3047	1,071
4,9	9,50	3,063	1,2083	4,272	2,27	0,732	0,2888	1,021
5,0	9,20	2,937	1,1437	4,084	2,20	0,702	0,2742	0,9762
5,2	8,62	2,694	1,0368	3,7313	2,06	0,644	0,2478	0,8918
5,4	8,12	2,489	0,9426	3,4321	1,94	0,595	0,2253	0,8203
5,6	7,61	2,293	0,8573	3,1501	1,82	0,548	0,2049	0,7529
5,8	7,11	2,109	0,7791	2,8878	1,70	0,504	0,1862	0,6902
6,0	6,61	1,933	0,7067	2,6397	1,58	0,462	0,1689	0,6309
6,2	6,19	1,782	0,6439	2,4263	1,48	0,426	0,1539	0,5799
6,4	5,77	1,644	0,5895	2,2338	1,38	0,393	0,1409	0,5339
6,6	5,44	1,531	0,5435	2,0748	1,30	0,366	0,1299	0,4959
6,8	5,10	1,418	0,5008	1,9192	1,22	0,339	0,1197	0,4587
7,0	4,761	1,310	0,4594	1,7690	1,138	0,313	0,1098	0,4228
7,2	4,468	1,218	0,4247	1,6422	1,068	0,291	0,1015	0,3925
7,4	4,188	1,130	0,3924	1,5221	1,001	0,270	0,0938	0,3638
7,6	3,925	1,054	0,3636	1,4180	0,938	0,252	0,0869	0,3389

γ , °	C_p	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C_p dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = -\int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T C_p dT$	$S = \frac{U-F}{T}$	C_p	$\frac{U-U_0}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T C_p dT$	$-\frac{F-U_0}{T} = -\int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T C_p dT$	$S = \frac{U-F}{T}$
	дж/г-ат-град				кал/г-ат-град			
7,8	3,682	0,979	0,3368	1,3159	0,880	0,234	0,0805	0,3145
8,0	3,477	0,920	0,3146	1,2351	0,831	0,220	0,0752	0,2952
8,2	3,310	0,870	0,2971	1,1673	0,791	0,208	0,0710	0,2790
8,4	3,142	0,820	0,2803	1,1004	0,751	0,196	0,0670	0,2630
8,6	2,983	0,778	0,2636	1,0418	0,713	0,186	0,0630	0,2490
8,8	2,824	0,732	0,2473	0,9795	0,675	0,175	0,0591	0,2341
9,0	2,665	0,686	0,2322	0,9184	0,637	0,164	0,0555	0,2195
9,2	2,506	0,644	0,2171	0,8615	0,599	0,154	0,0519	0,2059
9,4	2,347	0,602	0,2021	0,8046	0,561	0,144	0,0483	0,1923
9,6	2,192	0,561	0,1879	0,7485	0,524	0,134	0,0449	0,1789
9,8	2,038	0,519	0,1745	0,6933	0,487	0,124	0,0417	0,1657
10	1,887	0,4812	0,1615	0,6427	0,451	0,1150	0,0386	0,1536
11	1,435	0,3628	0,1209	0,4837	0,343	0,0867	0,0289	0,1156
12	1,117	0,2812	0,0937	0,3749	0,267	0,0672	0,0224	0,0896
13	0,879	0,2205	0,0732	0,2937	0,210	0,0527	0,0175	0,0702
14	0,703	0,1757	0,0586	0,2343	0,168	0,0420	0,0140	0,0560
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	—	—	—

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

$t, ^\circ\text{C}$	P		$t, ^\circ\text{C}$	P	
	н/м^2	мм рт. ст.		н/м^2	атм

В о д а

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

$t, ^\circ\text{C}$	P			
	н/м^2	мм рт. ст.	н/м^2	мм рт. ст.

Л е д

**П е р е о х л а ж д е н н а я
в о д а**

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	—	—

22. Давление насыщенного пара ртути

$t, ^\circ\text{C}$	$P \cdot 10^3, \text{ мм рт. ст.}$	$P, \text{ мм рт. ст.}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P \cdot 10^3, \text{ мм рт. ст.}$	$P, \text{ мм рт. ст.}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P \cdot 10^3, \text{ мм рт. ст.}$	$P, \text{ мм рт. ст.}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P \cdot 10^3, \text{ мм рт. ст.}$	$P, \text{ мм рт. ст.}$
-40	0,239	0,179	20	162,66	122,0	80	0,0119	0,0887	180	1,159	8,678
-30	0,893	0,670	30	373,46	280,1	90	0,0231	0,158	200	2,283	17,12
-20	2,933	2,200	40	815,71	611,8	100	0,0383	0,271	250	9,882	74,12
-10	8,976	6,734	50	1696,0	1272	120	0,1005	0,738	300	32,87	246,55
0	25,31	18,98	60	3367,9	2526	140	0,2449	1,821	350	89,64	672,3
10	66,28	49,71	70	6430,5	4823	160	0,5522	4,126	358	103,60	777,0

23. Температура возгонки или кипения ($^\circ\text{C}$) некоторых веществ при давлении $> 1 \text{ атм}$

№ по пор.	Формула	Название	Р, кн/м² (или атм)								
			101,33 (1)	202,66 (2)	506,7 (5)	1013,3 (10)	2026,6 (20)	3039,9 (30)	4053,2 (40)	5066,5 (50)	6079,8 (60)
1	Br₂	Бром	58,2	78,8	110,3	139,8	174,0	197,0	216,0	230,0	243,5
2	CO₂	Диоксид углерода	-78,2	-69,1	-56,7	-39,5	-18,9	-5,3	+5,9	14,9	24,4
3	COCl₂	Фосген	+8,3	27,3	57,2	85,0	119,0	141,8	159,8	174,0	—
4	Cl₂	Хлор	-33,8	-16,9	+10,3	35,6	65,0	84,8	101,6	115,2	127,1
5	H₂	Водород	-252,5	-250,2	-246,0	-241,8	—	—	—	—	—
6	HCN	Цианистый водород	25,9	45,8	75,8	102,7	135,0	153,8	169,9	183,5	—
7	N₂	Азот	-195,8	-189,2	-179,1	-169,8	-157,6	-148,3	—	—	—
8	NH₃	Аммиак	-33,6	-18,7	+4,7	25,7	50,1	66,1	78,9	89,3	98,3
9	O₂	Кислород	-183,1	-176,0	-164,5	-153,2	-140,0	-130,7	-124,1	—	—
10	SO₂	Диоксид серы	-10,0	+6,3	32,1	55,5	83,8	102,6	118,0	130,2	141,7
11	SO₃	Триоксид серы	44,8	60,0	82,5	104,0	138,0	157,8	175,0	187,8	198,0

24. Температура возгонки или кипения (°C)

№ по пор.	Формула	Название	Р, кн/м²		
			0,133 (1)	0,667 (5)	1,333 (10)
Неорганические					
1	BeB ₂ H ₃	Боргидрид бериллия	1,0 (кр.)	19,8 (кр.)	26,1 (кр.)
2	BeCl ₂	Хлористый бериллий	291 (кр.)	328 (кр.)	346 (кр.)
3	Br ₂	Бром	-48,7 (кр.)	-32,8 (кр.)	-25,0 (кр.)
4	Cl ₂	Хлор	-118,0 (кр.)	-106,7 (кр.)	-101,6 (кр.)
5	HNO ₂	Азотная кислота	—	—	-5,4
6	H ₂ O ₂	Перекись водорода	15,3	38,8	50,4
7	H ₂ SO ₄	Серная кислота	145,8	178,0	194,2
8	I ₂	Иод	38,7 (кр.)	62,2 (кр.)	73,2 (кр.)
9	NH ₂ OH	Гидроксиламин	—	39,0 (кр.)	47,2 (кр.)
10	NH ₃	Аммиак	-109,1 (кр.)	-97,5 (кр.)	-91,9 (кр.)
11	N ₂ H ₄	Гидразин	—	—	18,9
12	Na	Натрий	439	511	549
13	P	Фосфор желтый	76,6	111,2	128
14	PCl ₃	Треххлористый фосфор	-51,6	-31,5	-21,3
15	PCl ₅	Пятихлористый фосфор	55,5 (кр.)	74,0 (кр.)	83,2 (кр.)
16	SO ₂	Двуокись серы	-95,5 (кр.)	-83,0 (кр.)	-76,8 (кр.)
17	SO ₂ Cl ₂	Хлористый сульфурил	—	-35,1	-24,8
18	SO ₃	Трехокись серы, γ-форма	-15,3 (кр.)	-2,0 (кр.)	+4,3 (кр.)
19	SiCl ₄	Четыреххлористый кремний	-63,4	-44,1	-34,4
20	TiCl ₄	Четыреххлористый титан	-13,9	+9,4	21,3
Органические					
1	CCl ₂ F ₂	Дихлордифторметан	-118,5	-104,6	-97,8
2	CCl ₃ O	Фосген	-92,9	-77,0	-69,3
3	CCl ₃ F	Трихлорфторметан	-84,3	-67,6	-59,0
4	CCl ₄	Четыреххлористый углерод	-50,0 (кр.)	-30,0 (кр.)	-19,6 (кр.)
5	CS ₂	Сероуглерод	-73,8	-54,3	-44,7
6	CHCl ₃	Хлороформ	-58,0	-39,1	-29,7
7	CHN	Цианистый водород	-70,8 (кр.)	-55,6 (кр.)	-48,2 (кр.)
8	CH ₂ O ₂	Муравьиная кислота	-20,0 (кр.)	-5,0 (кр.)	+2,1 (кр.)
9	CH ₃ O	Метиловый спирт	-44,0	-25,3	-16,2
10	CO ₂	Двуокись углерода	-134,3 (кр.)	-124,4 (кр.)	-119,5 (кр.)

индивидуальных веществ при давлении ≤ 1 атм

(или мм рт. ст.)							Т. плав., °С	№ по пор.
2,666 (20)	5,333 (40)	7,999 (60)	13,33 (100)	26,66 (200)	53,33 (400)	101,33 (760)		
вещества								
36,8 (кр.)	46,2 (кр.)	51,7 (кр.)	58,6 (кр.)	69,0 (кр.)	79,7 (кр.)	90 (кр.)	123	1
365 (кр.)	384 (кр.)	395 (кр.)	411	435	461	487	405	2
-16,8 (кр.)	-8,0 (кр.)	-0,6	+9,3	24,3	41,0	58,2	-7,3	3
-93,3 (кр.)	-84,5 (кр.)	-79,0	-71,7	-60,2	-47,3	-33,8	-100,7	4
—	—	—	34,2	—	—	83,8	-41,7	5
63,3	77,0	85,8	97,9	116,5	137,4 *	158,0 *	-0,9	6
211,5	229,7	241,5	257,0	279,8	305,0	330,0	10,5	7
84,7 (кр.)	97,5 (кр.)	105,4 (кр.)	116,5	137,3	159,8	183,0	112,9	8
55,8 (кр.)	64,6 (кр.)	70,0	77,5	87,9	99,2	110,0	34,0	9
-85,8 (кр.)	-79,2 (кр.)	-74,3	-68,4	-57,0	-45,4	-33,6	-77,7	10
30,3 (кр.)	43,2	51,5	61,8	77,8	95,5	113,6	0,7	11
589	633	662	701	758	823	892	97,5	12
146,2	166,7	179,8	197,3	222,7	251,0	280,0	44,1	13
-10,2	+2,3	10,2	21,0	37,6	56,9	74,2	-111,8	14
92,5 (кр.)	102,5 (кр.)	108,3 (кр.)	117,0 (кр.)	131,3 (кр.)	147,2 (кр.)	162,0 (кр.)	167,0	15
-69,7 (кр.)	-60,5 (кр.)	-54,6	-46,9	-35,4	-23,0	-10,0	-73,2	16
-13,4 (кр.)	-1,0 (кр.)	+7,2	17,8	33,7	51,3	69,2	-54,1	17
11,1 (кр.)	17,9 (кр.)	21,4	28,0	35,8	44,0	51,6	62,1	18
-24,0 (кр.)	-12,1 (кр.)	-4,8	+5,4	21,0	38,4	56,8	-68,8	19
34,2	48,4	58,0	71,0	90,5	112,7	136,0	-30	20
вещества								
-90,1	-81,6	-76,1	-68,6	-57,0	-43,9	-29,8	-160	1
-60,3	-50,3	-44,0	-35,6	-22,3	-7,6	+8,3	-104	2
-49,7	-39,0	-32,3	-23,0	-9,1	+6,8	23,7	-111	3
-8,2	+4,3	12,3	23,0	38,3	57,8	76,7	-22,6	4
-34,3	-22,5	-15,3	-5,1	+10,4	28,0	46,5	-110,8	5
-19,0	-7,1	+0,5	10,4	25,9	42,7	61,3	-63,5	6
-40,3 (кр.)	-31,3 (кр.)	-25,8 (кр.)	-18,8 (кр.)	-5,9	+9,8	25,8	-14	7
10,3	24,0	32,4	43,8	61,4	80,3	100,6	8,2	8
-6,0	+5,0	12,1	21,2	34,8	49,9	64,7	-97,8	9
-114,4 (кр.)	-108,6 (кр.)	-104,8 (кр.)	-100,2 (кр.)	-93,0 (кр.)	-85,7 (кр.)	-78,2 (кр.)	-57,5	10

* Разлагается.

№ по пор.	Формула	Название	P, кН/м²			(или мм рт. ст.)							Т. плав., °C	№ по пор.
			0,133 (1)	0,667 (5)	1,333 (10)	2,666 (20)	5,333 (40)	7,999 (60)	13,33 (100)	26,66 (200)	53,33 (400)	101,33 (760)		
11	$C_2HCl_3O_2$	Трихлоруксусная кислота	51,0 (кр.)	76,0	88,2	101,8	116,3	125,9	137,8	155,4	175,2	195,6	57	11
12	$C_2H_2Cl_2O_2$	Дихлоруксусная кислота	44,0	69,8	82,6	96,3	111,8	121,5	134,0	152,3	173,7	194,4	9,7	12
13	$C_2H_3ClO_2$	Хлоруксусная кислота	43,0 (кр.)	68,3	81,0	94,2	109,2	118,3	130,7	149,0	169,0	189,5	61,2	13
14	C_2H_3N	Ацетонитрил	-47,0 (кр.)	-26,6	-16,3	-5,0	+7,7	15,9	27,0	43,7	62,5	81,8	-41,0	14
15	$C_2H_4O_2$	Уксусная кислота	-17,2 (кр.)	+6,3 (кр.)	17,5	29,9	43,0	51,7	63,0	80,0	99,0	118,1	16,7	15
16	$C_2H_4Cl_2$	1,2-Дихлорэтан	-44,5 (кр.)	-24,0	-13,6	-2,4	+10,0	18,1	29,4	45,7	64,0	82,4	-35,3	16
17	C_2H_6O	Этиловый спирт	-31,3	-12,0	-2,3	+8,0	19,0	26,0	34,9	48,4	63,5	78,4	-112	17
18	$C_2H_6O_2$	Глицоль	53,0	79,7	92,1	105,8	120,0	129,5	141,8	158,5	178,5	197,3	-15,6	18
19	C_3H_6O	Ацетон	-59,4	-40,5	-31,1	-20,8	-9,4	-2,0	+7,7	22,7	39,5	56,5	-94,6	19
20	$C_3H_6O_2$	Пропионовая кислота	4,6	28,0	39,7	52,0	65,8	74,1	85,8	102,5	122,0	141,1	-22	20
21	C_3H_8O	Пропиловый спирт	-15,0	+5,0	14,7	25,3	36,4	43,5	52,8	66,8	82,0	97,8	-127	21
22	$C_3H_8O_3$	Глицерин	125,5	153,8	167,2	182,2	198,0	208,0	220,1	240,0	263,0	290,0	17,9	22
23	$C_4H_8O_2$	Масляная кислота	25,5	49,8	61,5	74,0	88,0	96,5	108,0	125,5	144,5	163,5	-4,7	23
24	$C_4H_8O_2$	1,4-Диоксан	-35,8 (кр.)	-12,8 (кр.)	-1,2 (кр.)	+12,0	25,2	33,8	45,1	62,3	81,8	101,1	10	24
25	$C_4H_8O_3$	Этилацетат	-43,4	-23,5	-13,5	-3,0	+9,1	16,6	27,0	42,0	59,3	77,1	-82,4	25
26	$C_4H_{10}O$	Диэтиловый эфир	-74,3	-56,9	-48,1	-38,5	-27,7	-21,8	-11,5	+2,2	17,9	34,6	-116,3	26
27	$C_4H_{10}O$	Бутиловый спирт	-1,2	+20,0	30,2	41,5	53,4	60,3	70,1	84,3	100,8	117,5	-79,9	27
28	$C_4H_{12}Pb$	Тетраметилсвинец	-29,0 (кр.)	-6,8	+4,4	16,6	30,3	39,2	50,8	68,8	89,0	110,0	-27,5	28
29	C_5H_5N	Пиридин	-18,9	+2,5	13,2	24,8	38,0	46,8	57,8	75,0	95,6	115,4	-42	29
30	$C_5H_{12}O$	Амилловый спирт	+13,6	34,7	44,9	55,8	68,0	75,5	85,8	102,0	119,8	137,8	-78,8	30
31	C_6H_5Br	Бромбензол	2,9	27,8	40,0	53,8	68,6	78,1	90,8	110,1	132,3	156,2	-30,7	31
32	C_6H_5Cl	Хлорбензол	-13,0	+10,6	22,2	35,3	49,7	58,3	70,7	89,4	110,0	132,2	-45,2	32
33	C_6H_5I	Иодбензол	24,1	50,6	64,0	78,3	94,4	105,0	118,3	139,8	163,9	188,6	-28,5	33
34	$C_6H_5NO_2$	Нитробензол	44,4	71,6	84,9	99,3	115,4	125,8	139,9	161,2	185,8	210,6	5,7	34
35	C_6H_6	Бензол	-36,7 (кр.)	-19,6 (кр.)	-11,5 (кр.)	-2,6 (кр.)	+7,6	15,4	26,1	42,2	60,6	80,1	5,5	35
36	C_6H_6O	Фенол	40,1 (кр.)	62,5 (кр.)	73,8 (кр.)	86,0 (кр.)	100,1	108,4	121,4	139,0	160,0	181,9	40,6	36
37	C_6H_7N	Анилин	34,8	57,9	69,4	82,0	96,7	106,0	119,9	140,1	161,9	184,4	-6,2	37
38	C_6H_{12}	Циклогексан	-45,3 (кр.)	-25,4 (кр.)	-15,9 (кр.)	-5,0 (кр.)	+6,7	14,7	25,5	42,0	60,8	80,7	+6,6	38
39	C_6H_{14}	Гексан	-53,9	-34,5	-25,0	-14,1	-2,3	+5,4	15,8	31,6	49,6	68,7	-95,3	39
40	C_7H_8	Толуол	-26,7	-4,4	+6,4	18,4	31,8	40,3	51,9	69,5	89,5	110,6	-95,0	40
41	C_7H_{16}	Гептан	-34,0	-12,7	-2,1	+9,5	22,3	30,6	41,8	58,7	78,0	98,4	-90,6	41
42	C_8H_8O	Ацетофенон	37,1	64,0	78,0	92,4	109,4	119,8	133,6	154,2	178,0	202,4	20,5	42
43	C_8H_{18}	Октан	-14,0	+8,3	19,2	31,5	45,1	53,8	65,7	83,6	104,0	125,6	-56,8	43
44	$C_8H_{20}Pb$	Тетраэтилсвинец	38,4	63,6	74,8	88,0	102,4	111,7	123,8	142,0	161,8	183,0	-136,0	44
45	$C_{10}H_8$	Нафталин	52,6 (кр.)	74,2 (кр.)	85,8 (кр.)	101,7 (кр.)	119,3 (кр.)	130,2 (кр.)	145,5 (кр.)	167,7 (кр.)	193,2 (кр.)	217,9 (кр.)	80,2	45
46	$C_{10}H_{16}O$	d-Камфора	41,5 (кр.)	68,6 (кр.)	82,3 (кр.)	97,5 (кр.)	114,0 (кр.)	124,0 (кр.)	138,0 (кр.)	157,9 (кр.)	182,0 (кр.)	209,2 (кр.)	178,5	46
47	$C_{12}H_{10}$	Дифенил	70,6	101,8	117,0	134,2	152,5	165,2	180,7	204,2	229,4	254,9	69,5	47
48	$C_{14}H_{10}$	Антрацен	145,0 (кр.)	173,5 (кр.)	187,2 (кр.)	201,9 (кр.)	217,5 (кр.)	231,8 (кр.)	250,0 (кр.)	279,0 (кр.)	310,2 (кр.)	342,0 (кр.)	217,5	48

25. Давление пара над кристаллогидратами
при различной температуре

Реакция	t, °C	P	
		кн/м²	мм рт. ст.
$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	20	0,447	3,35
	25	0,680	5,10
	30	1,007	7,55
	35	1,487	11,15
$\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	65	0,613	4,6
	70	0,987	7,4
	75	1,373	10,3
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	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
$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	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

Продолжение

Реакция	t, °C	P	
		кн/м²	мм рт. ст.
$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	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
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	15	0,653	4,90
	20	1,003	7,52
	25	1,533	11,50
	30	2,256	16,92
$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + 7\text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	15	1,168	8,76
	20	1,732	12,99
	25	2,478	18,59
	30	3,577	26,83
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	15	1,200	9,00
	20	1,724	12,93
	25	2,560	19,20
	30	3,606	27,05
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} (\text{r.})$	20	1,296	9,72
	25	1,936	14,52
	30	2,860	21,45

26. Температура диссоциации (°C) твердых веществ при различном давлении

Реакция	P, кн/м² (или мм рт. ст.)								
	13,33 (100)	26,66 (200)	40,0 (300)	53,33 (400)	66,7 (500)	80,0 (600)	93,33 (700)	101,33 (760)	106,66 (800)
$\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{HCl}$	260	292	306	317	324	332	337	340	341
$\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$	762	808	837	854	870	884	894	898	904
$\text{Ca(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$	450	479	499	513	524	534	543	547	550
$\text{Mg(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$	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	709	—

27. Термодинамические константы равновесия важнейших газовых реакций в зависимости от температуры

Константы равновесия выражают в парциальных давлениях K_p , в концентрациях K_c , в летучестях 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, — размерная величина; в частности, в этом случае K_p или K_c имеют размерность давления или концентрации в степени Δn (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 принято $f^\circ = 1 \text{ атм}$ или $101\,325 \text{ н/м}^2$ и $a = f$, $K_a = K_f$).

Реакция	Выражение константы K_f	$\lg K_f = \varphi(T)$
$2\text{H} = \text{H}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2}}{f_{\text{H}}^2}$	$\lg K_f = \frac{22\,547}{T} - 1,722 \lg T + 0,085 \cdot 10^{-3}T - 0,18$
$2\text{Cl} = \text{Cl}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{Cl}_2}}{f_{\text{Cl}}^2}$	$\lg K_f = \frac{12\,545}{T} - 1,153 \lg T + 0,062 \cdot 10^{-3}T - 2,32$
$2\text{Br (r.)} = \text{Br}_2 \text{ (r.)}$	$K_f = \frac{f_{\text{Br}_2}}{f_{\text{Br}}^2}$	$\lg K_f = \frac{10\,024}{T} - 0,528 \lg T + 0,018 \cdot 10^{-3}T - 3,964$
$2\text{I (r.)} = \text{I}_2 \text{ (r.)}$	$K_f = \frac{f_{\text{I}_2}}{f_{\text{I}}^2}$	$\lg K_f = \frac{7870,4}{T} - 0,333 \lg T - 0,02 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,043 \cdot 10^5}{T^2} - 4,34$
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$	$K_f = \frac{f_{\text{HCl}}^2}{f_{\text{H}_2} f_{\text{Cl}_2}}$	$\lg K_f = \frac{9411,7}{T} - 1,312 \lg T + 0,128 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,11 \cdot 10^5}{T^2} + 4,9$
$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \text{ (r.)} = 2\text{HBr}$	$K_f = \frac{f_{\text{HBr}}^2}{f_{\text{H}_2} f_{\text{Br}_2}}$	$\lg K_f = \frac{5153}{T} - 1,465 \lg T + 0,203 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,075 \cdot 10^5}{T^2} + 5,31$
$\text{H}_2 + \text{I}_2 \text{ (r.)} = 2\text{HI}$	$K_f = \frac{f_{\text{HI}}^2}{f_{\text{H}_2} f_{\text{I}_2}}$	$\lg K_f = \frac{337,5}{T} - 1,45 \lg T + 0,21 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,053 \cdot 10^5}{T^2} + 5,267$
$2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O (r.)} = 4\text{HCl} + \text{O}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{HCl}}^4 f_{\text{O}_2}}{f_{\text{Cl}_2}^2 f_{\text{H}_2\text{O}}^2}$	$\lg K_f = -\frac{6007}{T} + 0,505 \lg T - 0,045 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,13 \cdot 10^5}{T^2} + 5,407$
$\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2 \text{ (r.)}$	$K_f = \frac{f_{\text{COCl}_2}}{f_{\text{CO}} f_{\text{Cl}_2}}$	$\lg K_f = \frac{6031}{T} + 0,247 \lg T + 0,18 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,158 \cdot 10^5}{T^2} - 7,86$

Реакция	Выражение константы K_f	$\lg K_f = \varphi(T)$
$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} (\text{г.})$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2\text{O}}^2}{f_{\text{H}_2}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_f = \frac{24\,830}{T} - 3,13 \lg T + 0,3 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,09}{T^2} \cdot 10^5 + 4,39$
$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{CO}_2}^2}{f_{\text{CO}}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_f = \frac{29\,800}{T} + 0,17 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,323 \cdot 10^5}{T^2} - 9,477$
$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} (\text{г.}) = \text{H}_2 + \text{CO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2} f_{\text{CO}_2}}{f_{\text{CO}} f_{\text{H}_2\text{O}}}$	$\lg K_f = \frac{2486}{T} + 1,565 \lg T - 0,066 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,21 \cdot 10^5}{T^2} - 6,93$
$2\text{H}_2 + \text{S}_2 (\text{г.}) = 2\text{H}_2\text{S} (\text{г.})$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2\text{S}}^2}{f_{\text{H}_2}^2 f_{\text{S}_2}}$	$\lg K_f = \frac{8364}{T} - 3,84 \lg T + 0,605 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,066}{T^2} \cdot 10^5 + 6,825$
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$	$K_f = \frac{f_{\text{SO}_3}^2}{f_{\text{SO}_2}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_f = \frac{10\,493}{T} - 0,23 \lg T + 0,659 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,288 \cdot 10^5}{T^2} - 9,91$
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$	$K_f = \frac{f_{\text{NH}_3}^2}{f_{\text{N}_2} f_{\text{H}_2}^3}$	$\lg K_f = \frac{4216}{T} - 6,029 \lg T + 0,964 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,126}{T^2} \cdot 10^5 + 6,46$
$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{NO}_2}^2}{f_{\text{NO}}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_f = \frac{5995}{T} - 0,574 \lg T + 0,158 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,223}{T^2} \cdot 10^5 - 6,28$
$\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$	$K_f = \frac{f_{\text{NO}}^2}{f_{\text{N}_2} f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_f = -\frac{9490,7}{T} - 0,02 \lg T + \frac{0,068 \cdot 10^5}{T^2} + 1,43$
$2\text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$	$K_f = \frac{f_{\text{N}_2\text{O}_4}}{f_{\text{NO}_2}^2}$	$\lg K_f = \frac{3094}{T} - 0,237 \lg T + 0,592 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,037}{T^2} \cdot 10^5 - 8,927$

28. Степень диссоциации газов при различных температурах и давлениях

Вещество	Давление		Температура, °K				
	кн/м²	атм	500	1000	1500	2000	2500
H_2	101,3	1	$3,46 \cdot 10^{-21}$	$1,12 \cdot 10^{-9}$	$8,79 \cdot 10^{-6}$	$8,11 \cdot 10^{-4}$	$1,26 \cdot 10^{-2}$
Cl_2	101,3	1	$7,46 \cdot 10^{-11}$	$1,91 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	0,344	0,860
Br_2	101,3	1	$2,36 \cdot 10^{-8}$	$2,86 \cdot 10^{-3}$	0,144	0,728	0,967
I_2	101,3	1	$2,83 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	0,524	0,946	0,996
HCl	Независимо от давления		$1,42 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$1,08 \cdot 10^{-2}$
HBr			$2,54 \cdot 10^{-6}$	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$6,33 \cdot 10^{-2}$
HI			0,142	0,27	0,33	0,37	0,38
H_2O			$3,22 \cdot 10^{-16}$	$1,13 \cdot 10^{-7}$	$8,88 \cdot 10^{-5}$	$2,56 \cdot 10^{-3}$	$1,90 \cdot 10^{-2}$
H_2O	101,3	1	$6,94 \cdot 10^{-16}$	$2,44 \cdot 10^{-7}$	$1,90 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$
H_2O	10,13	0,1	—	$5,25 \cdot 10^{-7}$	$4,12 \cdot 10^{-4}$	$1,18 \cdot 10^{-2}$	$8,6 \cdot 10^{-2}$
H_2O	1,013	0,01	—	$1,13 \cdot 10^{-6}$	$8,88 \cdot 10^{-4}$	$2,53 \cdot 10^{-2}$	0,175
CO_2	1013	10	$1,22 \cdot 10^{-17}$	$8,85 \cdot 10^{-8}$	$1,67 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-2}$
CO_2	101,3	1	$2,62 \cdot 10^{-17}$	$1,90 \cdot 10^{-7}$	$3,60 \cdot 10^{-4}$	$1,50 \cdot 10^{-2}$	0,13
CO_2	10,13	0,1	—	$4,14 \cdot 10^{-7}$	$7,82 \cdot 10^{-4}$	$2,22 \cdot 10^{-2}$	0,256
CO_2	1,013	0,01	—	$8,85 \cdot 10^{-7}$	$1,68 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-2}$	0,46
COCl_2	101,3	1	$3,63 \cdot 10^{-3}$	0,944	—	—	—
O_2	101,3	1	$5,75 \cdot 10^{-24}$	$7,81 \cdot 10^{-11}$	$2,01 \cdot 10^{-6}$	$3,32 \cdot 10^{-4}$	$7,20 \cdot 10^{-3}$
N_2	101,3	1	$2,26 \cdot 10^{-47}$	$1,47 \cdot 10^{-22}$	$3,01 \cdot 10^{-14}$	$4,47 \cdot 10^{-10}$	$1,45 \cdot 10^{-2}$
F_2	101,3	1	$2,65 \cdot 10^{-6}$	$4,78 \cdot 10^{-2}$	0,799	0,990	0,999

29. Величина M_n для вычисления термодинамических функций по методу Темкина и Шварцмана

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

ΔH_{298}° — стандартный тепловой эффект

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

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

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

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

T	M_0	$M_1 \cdot 10^{-3}$	$M_2 \cdot 10^{-6}$	$M_3 \cdot 10^{-9}$	$M_{-2} \cdot 10^{-9}$
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	0,0149	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	0,1310	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

30. Химические постоянные j газов

Вещество	j	Вещество	j	Вещество	j
Br ₂	+2,57	HBr	+0,24	I ₂	+3,08
Cl ₂	+1,65	HCl	-0,40	NH ₃	-1,50
CH ₄	-1,94	Hg	+1,83	N ₂	-0,153
CO	-0,075	H ₂	-3,68	N ₂ O	+0,86
CO ₂	+0,85	HI	+0,65	NO	+0,55
		H ₂ O	-1,86	O ₂	+0,547

31. Значения коэффициентов активности (летучести) γ реальных газов

$\pi = \frac{P}{P_{\text{крит}}}$	$\tau = \frac{T}{T_{\text{крит}}}$														
	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	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
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
3	0,288	0,435	0,560	0,668	0,748	0,806	0,854	0,880	0,902	0,940	0,974	1,000	1,020	1,032	1,046
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
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
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
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
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	1,136
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	1,158
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
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
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	1,226
13			0,490	0,582	0,686	0,778	0,852	0,906	0,952	1,014	1,106	1,152	1,202	1,222	1,250
14			0,510	0,598	0,706	0,798	0,874	0,930	0,978	1,066	1,134	1,180	1,228	1,248	1,280
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
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	1,340
17			0,565	0,672	0,786	0,890	0,970	1,026	1,072	1,172	1,230	1,274	1,322	1,342	1,368
18			0,578	0,706	0,824	0,930	1,006	1,066	1,110	1,208	1,270	1,310	1,354	1,374	1,402
19			0,604	0,738	0,860	0,970	1,050	1,106	1,150	1,248	1,308	1,348	1,392	1,414	1,434
20			0,628	0,768	0,894	1,006	1,088	1,142	1,180	1,288	1,340	1,386	1,432	1,442	1,468
21										1,328	1,406	1,418	1,472	1,476	1,504
22										1,366	1,426	1,466	1,514	1,522	1,534

$\pi = \frac{P}{P_{\text{крит}}}$	$\tau = \frac{T}{T_{\text{крит}}}$														
	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								1,602	1,552	1,476	1,416	1,368	1,306	1,252	1,196
70								1,662	1,608	1,526	1,454	1,380	1,332	1,272	1,214
75								1,728	1,668	1,590	1,494	1,438	1,362	1,292	1,238
80								1,794	1,728	1,622	1,538	1,472	1,390	1,314	1,248
85								1,862	1,790	1,672	1,582	1,512	1,426	1,338	1,268
90								1,930	1,862	1,726	1,626	1,548	1,456	1,360	1,288
95								2,002	1,912	1,774	1,668	1,590	1,490	1,380	1,308
100								2,070	1,978	1,828	1,712	1,628	1,528	1,402	1,328

32. Диаграммы для расчета некоторых свойств реальных газов

Обобщенный метод расчета свойств реальных газов основан на принципе соответственных состояний. Приведенное давление $\pi = \frac{P}{P_{\text{крит}}}$; приведенная температура $\tau = \frac{T}{T_{\text{крит}}}$. При вычислении свойств H_2 , He и Ne необходимо использовать вместо $P_{\text{крит}}$ и $T_{\text{крит}}$ псевдокритические параметры $(P_{\text{крит}} + 8)$ и $(T_{\text{крит}} + 8)$.

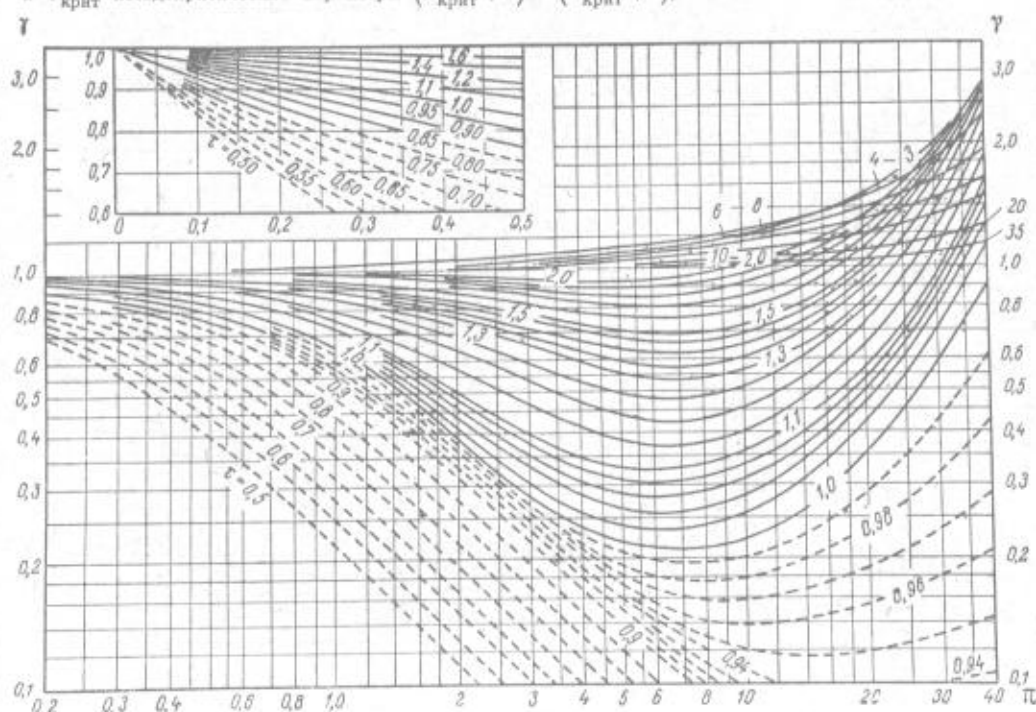


Рис. 32-1. Зависимость коэффициента активности (летучести) реальных газов от приведенных давления и температуры: $\gamma = f(\pi, \tau)$

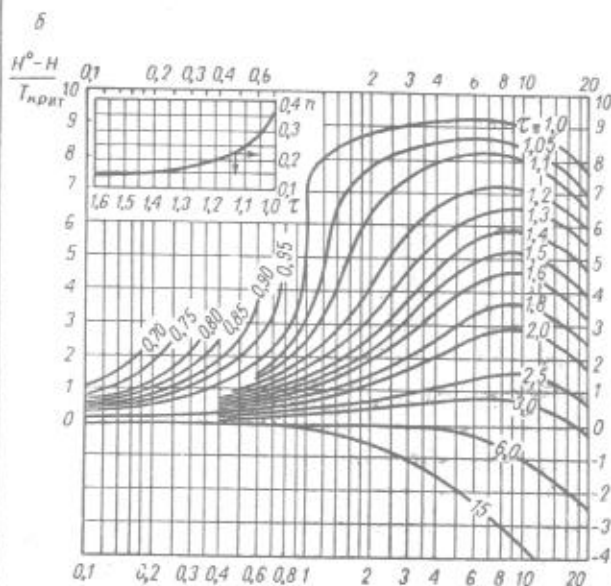
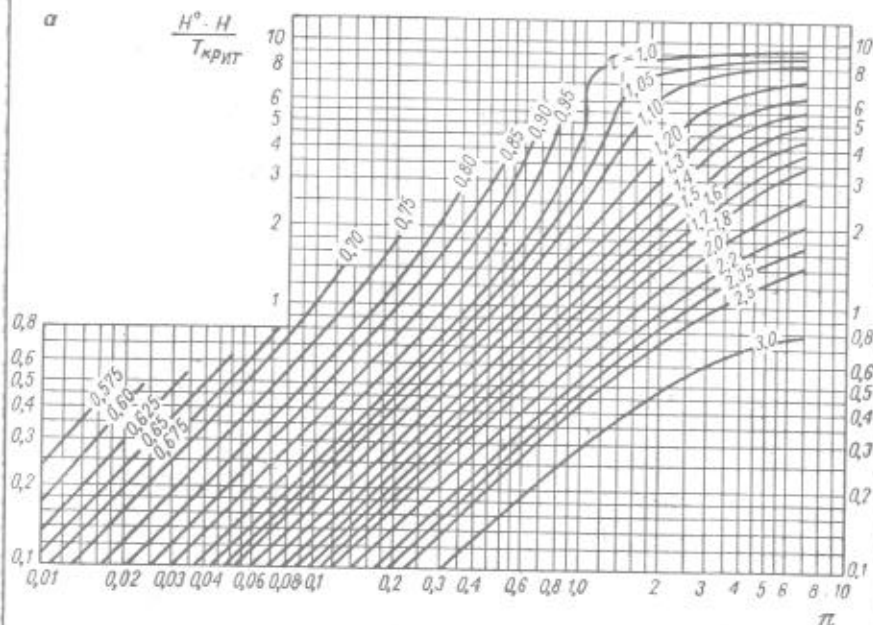


Рис. 32-2 (а и б). Зависимость энтальпии газа (в кал/моль·град) от приведенных давления и температуры:

$$\frac{H^\circ - H}{T_{\text{крит}}} = f(\pi, \tau),$$

где $(H^\circ - H)$ — изменение энтальпии газа при сжатии его от бесконечно малого давления (практически атмосферного) до высокого. Для углеводородов и водяного пара более точный результат дает введение в расчет поправочного множителя Φ : $(H^\circ - H)\Phi$, где $\Phi = \left(\frac{T_{\text{крит}}}{370}\right)^n$; n — эмпирический коэффициент, зависящий от τ , — см. рис. 32-2, б; при $\tau < 1$ поправка не вводится.

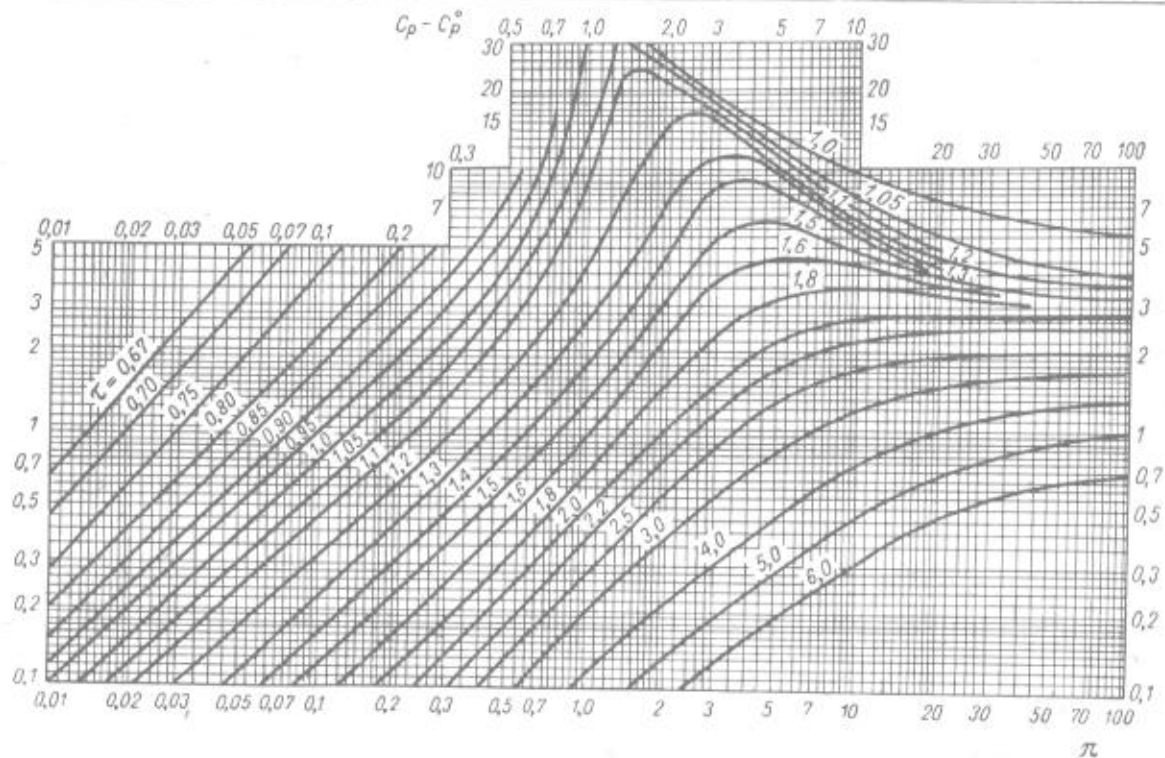


Рис. 32-3. Зависимость теплоемкости газов от приведенных давления и температуры: $(C_p - C_p^0) = f(\pi, \tau)$, где C_p^0 — теплоемкость при температуре T и давлении $P = 1 \text{ атм}$, C_p — теплоемкость при температуре T и давлении P ; C_p^0 вычисляется по температурному ряду — см. табл. 6.
Для смеси газов: $C_p = \sum N_i C_{p_i}$ (в кал/моль·град)

33. Энергия связи

Средняя энергия связи E_0 (термохимическая 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 термохимических расчетах можно полагать $E_2 \approx E_{298}$.
Энергию связи следующих молекул: Br_2 , Cl_2 , F_2 , I_2 , H_2 , HBr , HF , HCl , HI , K_2 , N_2 , Na_2 , NO , O_2 , OH , P_2 , S_2 — см. табл. 81.

Связь	Соединения или группы	$r_0 \cdot 10^{10}$, м или r_0 , Å	E_{298} (по Полянигу—Сыркину)		E_0 (по Коттреллу)		E_0 (по Мелани-Хьюзу)	
			кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль	кдж/моль	ккал/моль
Многоатомные молекулы								
C—C	Парафины (алканы)	1,54	262,30	62,77	277,0	66,2	331,8	79,3
C=C	Олефины (алкены)	1,34	423,25	101,16	472,4	112,9	587,8	140,5
C≡C	Ацетиленовые (алкины)	1,20	759,40	128,15	628,8	150,3	823,1	196,7
C=C	Бензольное кольцо	1,397	—	—	—	—	487,1	116,4
C—C	Альдегиды и кетоны	1,516	—	—	—	—	350,5	83,8
C—H	Парафины	1,095	357,98	85,56	378,6	90,5	413,0	98,7
C—H	Олефины	1,07					415,9	99,4
C—H	Ацетиленовые	1,064					402,9	96,3
C—H	Бензольное кольцо	1,084					421,2	100,7
C—Br	Галогеналкилы или галоген- арилы	1,94	238	57	—	—	264,9	63,3
C—Cl	То же	1,767	293	70	—	—	318,0	76,0
C—F	»	1,381	~435	~104	—	—	486,6	116,3
C—I	»	2,14	180	43	—	—	197,4	47,2
C—N	Амины, нитропарафины	1,472	223,8	53,5	232,2	55,5	275,7	65,9
C=O	CO ₂	1,160	711—753	170—180	732	175	799,1	191,0
C—O	Спирты, простые эфиры	1,43	314	75	322,6	77,1	333,1	79,6
C=O	Кетоны	1,23	653	156	678	162	705,8	168,7
C=O	Альдегиды	1,23	628	150	665	159		
C=O	Кислоты, сложные эфиры	~1,2	1340—1505	320—360	—	—	—	—
C—S	≡C—S—	—	226	54	247	59	—	—
C=S	CS ₂	1,554	192,9	117,8	506	121	573	137
As—H	AsH ₃	1,523	—	—	245,2	58,6	198,7	47,5
H—O	H ₂ O	0,958	460,2	110	462,7	110,6	458,7	109,4
H—O	Спирты	0,96	—	—	—	—	438,0	104,7
H—P	PH ₃	1,42	264	63	322,2	77	—	—
H—S	H ₂ S	1,334	343	82	364	87	363,2	86,8
H—C	HCN	1,066	—	—	403,3	96,4	—	—
N—N	>N—N<	1,47	113	27	88	21	—	—
N—H	NH ₃ , амины	1,008	348,5	83,3	352,7	84,3	385,0	92,0
N=O	NO ₂	~1,4	—	—	452	108	464,8	111,1
N=O	Нитропарафины	1,22	452	108	527	126	434,6	103,9
O—O	H ₂ O ₂	1,48	146	35	146	35	139,3	33,3
O—O	Перекиси	—	—	—	188	45	—	—
O—Cl	Cl ₂ O	1,70	206	49,3	205	49	204,6	48,9
O—F	F ₂ O	1,42	—	—	189,5	45,3	188	45
S=O	SO ₂	1,432	—	—	535	128	526,8	125,9
S=O	SO ₃	1,43	385,8	92,2	473	113	472,9	113
Si—Cl	SiCl ₄	2,02	—	—	364	87	—	—
Si—H	SiH ₄	1,456	—	—	318	76	—	—
Si=O	SiO ₂	~1,5	—	—	489	117	435	104
Теплота возгонки углерода		—	~523	~125	577	138	669	170
Двухатомные молекулы								
C=O	CO	1,131	884,9	211,5	937	224	1070	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	—	—

34. Эмпирические данные и зависимости для вычисления термодинамических величин

I. Теплоемкость

Твердые и жидкие вещества:

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

где n_i — число атомов в молекуле;
 C_i — атомная теплоемкость.

Теплоемкость	Элементы										
	C	H	N	B	Be	O	Si	F	S	P	остальные элементы
C_i для твердых веществ дж кал	7,53 1,8	9,62 2,3	11,30 2,7	11,72 2,8	15,90 3,8	16,74 4,0	20,08 4,8	20,92 5,0	22,59 5,4	23,01 5,5	25,94—26,78 6,2—6,4
C_i для жидких веществ дж кал	11,72 2,8	17,99 4,3	— —	19,66 4,7	— —	25,10 6,0	24,27 5,8	29,29 7,0	30,96 7,4	29,29 7,0	33,47 8,0

Сплавы, шлаки, стекла, растворы:

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

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. Теплота сгорания органических соединений в газообразном состоянии

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

или

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

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 коричневого альдегида $C_6H_5CH=CHCHO$.
 Термическая характеристика коричневого альдегида складывается из следующих значений:

Фенильная группа	24
Двойная связь	21
Альдегидная группа	18

$$x = 63 \text{ ккал/моль}$$

Реакция сгорания:



$$n = 21; m = 4$$

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

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

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 ₆ H ₅	100,4	24
Спиртовая группа	R—CH ₂ 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 $\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{matrix}$ CH ₂	0	0
Алкилциклопентаны	R—HC $\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{matrix}$	25,1	6

III. Теплота испарения неполярных жидкостей при нормальной температуре кипения

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

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

IV. Теплота плавления

Простые вещества:

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

Неорганические соединения:

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

Органические соединения:

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

V. Энтропия

Твердые неорганические вещества:

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

где M — молекулярная масса;
 A и B — константы, характерные для каждого типа соединений. Каждому типу оксидов (MO , M_2O_3 , MO_2 и т. п.) отвечают свои значения A и B , которые определяют по известным энтропиям двух веществ данного типа.

Константы A и B для некоторых типов соединений

Тип соединения	A		B	
	$\frac{\text{дж}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{дж}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$
$Э_2O$	87,45	20,9	-87,45	-20,9
$ЭO$	60,67	14,5	-70,71	-16,9
$Э_2O_3$	138,49	33,1	-227,61	-54,4
$ЭO_2$	64,02	15,3	-68,62	-16,4
$Э_2O_5$	133,05	31,8	-209,20	-50,0
$ЭX$	62,76	15,0	-38,07	-9,1
$ЭX_3$	136,82	32,7	-185,35	-44,3
$ЭXO_3$	35,98	8,6	68,20	16,3
$ЭS$	69,87	16,7	-73,22	-17,5
$ЭNO_3$	90,79	21,7	-60,67	-14,5

Примечание. В таблице $Э$ — металл, X — галоген.

Газообразные неорганические вещества.

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

или

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

где M — молекулярная масса;
 A и B — константы, определяемые в основном числом атомов в молекуле.

Константы A и B для некоторых газов

Газы	A	B		$\lg B$	
		$\frac{\text{дж}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{дж}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$	$\frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{град}}$
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:

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

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):

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

где n — число углеродных атомов вне кольца;

p_1 — число фенильных групп;

p_2 — число насыщенных колец (циклопентана или циклогексана);

r — число разветвлений на прямой цепи или число углеводородных групп (алифатических, ароматических 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:

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

где n — число атомов углерода в молекуле.

Твердые органические вещества:

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

где C_p — молекулярная теплоемкость.

Жидкие органические вещества:

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

где C_p — молекулярная теплоемкость.

Ионы одноатомные в водных растворах:

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

где A — атомная масса;

z — заряд иона;

r — радиус иона в кристаллическом веществе, $\text{\AA}$;

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 $\Delta H_{f, 298}^\circ$, S_{298}° 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 удаление 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 заменений можно получить структурную формулу рассматриваемого соединения (практическую возможность того или иного замещения не принимают во внимание). По табл. I определяют для основного вещества $\Delta H_{f, 298}^\circ$ или S_{298}° 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 $\Delta H_{f, 298}^\circ$. Энтропии и теплоемкости рассчитывают по тем же правилам.

б) Последовательным введением в основное вещество групп $-\text{CH}_2$ строят углеродный скелет искомого соединения, учитывая при этом, что введение галогенов, спиртовых, кислотных и других функциональных групп возможно только взамен одной или нескольких групп $-\text{CH}_2$. Рекомендуется сначала строить наиболее длинную основную цепь, затем наиболее длинные боковые цепи (см. примеры 2 и 3). На каждую введенную группу $-\text{CH}_2$ вносят поправки (см. ниже, п. в) в основную величину $\Delta H_{f, 298}^\circ$, найденную по табл. I. Если одно и то же соединение может быть получено различными замещениями, например, введением боковых групп $-\text{CH}_2$ по часовой или против часовой стрелки, то берут средний результат.

в) При введении поправок на группы $-\text{CH}_2$ различают *первичные* и *вторичные* замещения атомов водорода группами $-\text{CH}_2$.

Под *первичным* замещением подразумевают введение одной группы $-\text{CH}_2$ вместо атома водорода у данного атома углерода основного вещества. Так, например, в CH_4 , CH_3NH_2 , HCONH_2 можно сделать только по одному первичному замещению, в $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ — два, в $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ — три. Первичные замещения в диметиламин и триметиламин являлись равноценными. Первичные замещения атома водорода группами $-\text{CH}_2$ в циклопентане, бензоле и нафталине неравноценны. Каждому из них приспана определенная поправка (табл. II). Для диметилового эфира поправка на первичное замещение атома водорода группой $-\text{CH}_2$ предусмотрена. Введение даже одной группы $-\text{CH}_2$ в диметиловый эфир считается вторичным замещением (табл. III).

Введение второй или последующих групп $-\text{CH}_2$ вместо атома водорода у одного и того же атома углерода называют *вторичным* замещением.

Для определения соответствующих поправок необходимо знать так называемые «типичные числа» того атома углерода, у которого производят замещение (атом А) и соседнего с ним атома углерода (атом В). Если таких соседних атомов углерода у атома А несколько, то поправки берут для максимального типичного 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).

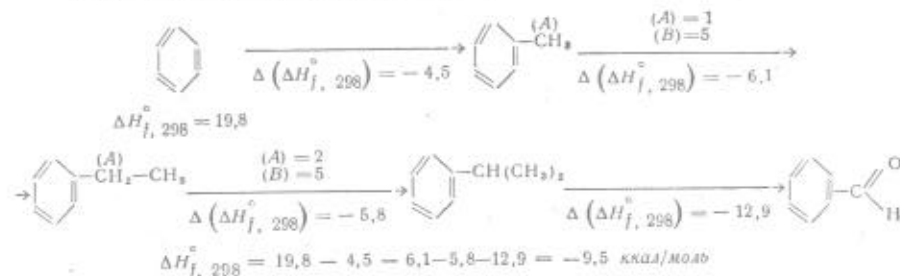
Группа	$-\text{CH}_2$	$>\text{CH}_2$	$\geq\text{CH}$	$-\text{C}-$	С в бензольном или нафталиновом кольце
Типовое число	1	2	3	4	5

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 $-\text{CH}_2$ другими группами и вводят соответствующие поправки (табл. V).

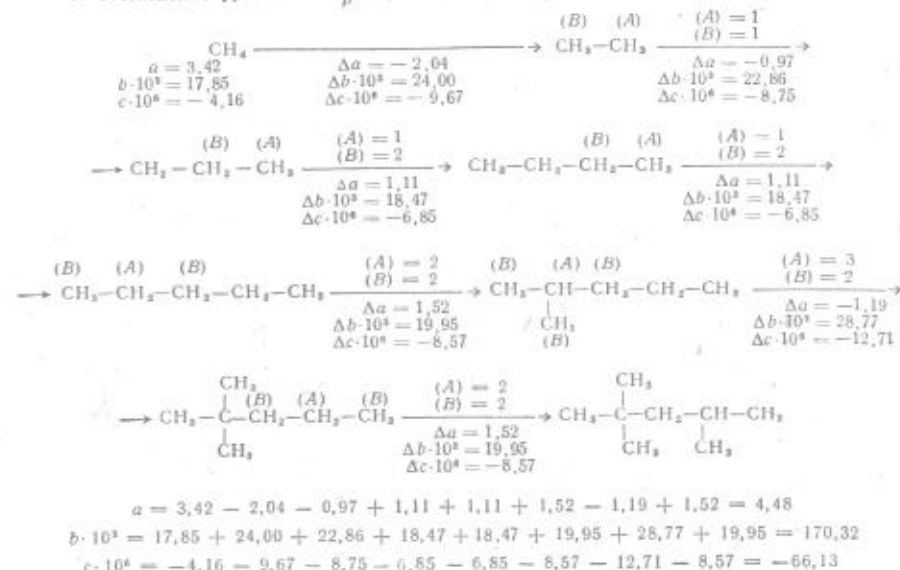
Примеры.

1. Расчет теплоты образования бензальдегида:



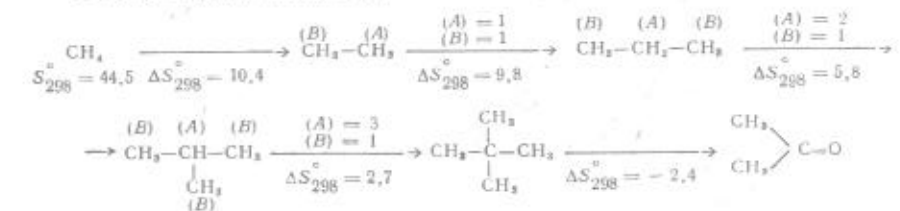
По литературным данным, $\Delta H_{f, 298}^\circ = -10,0$ ккал/моль.

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



Согласно найденному уравнению, теплоемкость вещества при 298° К равна 66,88 кал/моль·град. По литературным данным, теплоемкость равна 64,2 кал/моль·град.

3. Расчет энтропии ацетона (г.):



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

Вещество	$\Delta H_{f, 298}^\circ$		Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$						S_{298}°	
			a		$b \cdot 10^3$		$c \cdot 10^6$			
	кдж/моль	ккал/моль	дж/моль·град	кал/моль·град	дж/моль·град ²	кал/моль·град ²	дж/моль·град ³	кал/моль·град ³	дж/моль·град	кал/моль·град
Метан	—74,9	—17,9	14,31	3,42	74,68	17,85	—17,41	—4,16	186,2	44,5
Циклопентан	—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
Диметилвый 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 11

Поправки на первичное замещение водорода группами —CH₃

Основная группа	$\Delta(\Delta H_{f, 298}^\circ)$		Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$						ΔS_{298}°	
			Δa		$\Delta b \cdot 10^3$		$\Delta c \cdot 10^6$			
	кдж/моль	ккал/моль	дж/моль·град	кал/моль·град	дж/моль·град ²	кал/моль·град ²	дж/моль·град ³	кал/моль·град ³	дж/моль·град	кал/моль·град
Метан	-9,2	-2,2	-8,54	-2,04	100,42	24,00	-40,46	-9,67	43,5	10,4
Циклопентан										
Увеличение кольца . .	-38,9	-9,3	-4,35	-1,04	80,75	19,30	-24,23	-5,79	2,9	0,7
Первое замещение . . .	-21,8	-5,2	-0,29	-0,07	77,70	18,57	-24,14	-5,77	48,1	11,5
Второе замещение:										
орто	-51,0	-12,2	-1,00	-0,24	194,81	46,56	-21,13	-5,05	—	—
мета	-35,1	-8,4								
пара	-29,7	-7,1								
Третье замещение . . .	-29,3	-7,0	—	—	—	—	—	—	—	—
Бензол и нафталин . . .										
Первое замещение . . .	-18,8	-4,5	1,51	0,36	73,85	17,65	-24,60	-5,88	50,2	12,0
Второе замещение:										
орто	-26,4	-6,3	21,76	5,20	25,19	6,02	4,94	1,18	33,9	8,1
мета	-27,2	-6,5	7,20	1,72	59,33	14,18	-15,73	-3,76	38,5	9,2
пара	-33,5	-8,0	5,36	1,28	60,96	14,57	-16,65	-3,98	32,6	7,8
Третье замещение . . .	—	—	2,38	0,57	69,12	16,52	-21,71	-5,19	33,5	8,0
Метиламин	-23,8	-5,7	—	—	—	—	—	—	—	—
Диметиламин	-26,4	-6,3	-4,18	-0,10	73,30	17,52	-22,38	-5,35	—	—
Триметиламин	-17,2	-4,1	—	—	—	—	—	—	—	—
Формамид	-37,7	-9,0	25,56	6,11	-7,32	-1,75	19,87	4,75	—	—

Группа	$\Delta(\Delta H_f^\circ, 298)$		Коэффициенты уравнения $C_p = f(T)$						ΔS_{298}°	
			Δa		$\Delta b \cdot 10^3$		$\Delta c \cdot 10^4$			
	кдж/моль	ккал/моль	дж/моль·град	ккал/моль·град	дж/моль·град*	ккал/моль·град*	дж/моль·град*	ккал/моль·град*	дж/моль·град	ккал/моль·град
—Br	41,8	10,0	11,76	2,81	—81,21	—19,41	26,48	6,33	12,6 *	3,0 *
—CN	163,2	39,0	15,23	3,64	—58,24	—13,92	18,95	4,53	16,7	4,0
—COOH	—364,0	—87,0	35,56	8,50	—63,05	—15,07	33,22	7,94	64,4	15,4
—C ₆ H ₅	135,1	32,3	—3,31	—0,79	224,39	53,63	—80,37	—19,21	90,8	21,7
—Cl										
для первого атома Cl у										
атома углерода	0	0	9,16	2,19	—78,87	—18,85	26,19	6,26	0 *	0 *
для каждого последую-										
щего атома Cl	18,8	4,5								
—F	—146,4	—35,0	9,37	2,24	—98,78	—23,61	49,33	11,79	—4,2 *	—1,0 *
—I	103,8	24,8	11,42	2,73	—72,68	—17,37	17,11	4,09	20,9 *	5,0 *
—NH ₂	51,5	12,3	5,27	1,26	—30,63	—7,32	9,33	2,23	—20,1	—4,8
—NO ₂	5,0	1,2	26,36	6,3	—81,71	—19,53	43,35	10,36	8,4	2,0
=O (альдегид)	—54,0	—12,9	15,10	3,61	—233,13	—55,72	95,06	22,72	—51,5	—12,3
=O (кетон)	—55,2	—13,2	21,00	5,02	—276,48	—66,08	126,40	30,21	—10,0	—2,4
—OH (алифатические и										
ароматические в мета-										
и пара-положениях)	—136,8	—32,7	13,26	3,17	—62,17	—14,86	23,39	5,59	10,9	2,6
—OH (в орто-положении)	—199,6	—47,7	—	—	—	—	—	—	—	—
—SH	66,1	15,8	17,03	4,07	—104,43	—24,96	51,76	12,37	21,8	5,2

* К вычисленным поправкам на энтропию галогенов для метильных производных следует прибавить 1 ккал/моль·град или 4,2 дж/моль·град. Например, энтропия хлористого метила:

$$S_{298}^\circ = \underset{\text{основная}}{44,5} + \underset{\text{первичное}}{10,4} + \underset{\text{замещение}}{0} + 1 = 55,9 \text{ ккал/моль·град}$$

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

VII. Расчет критических параметров

Критические температуры, °K.

1 Для всех соединений (неорганических и органических), кипящих ниже 235° K, и для всех простых веществ:

$$T_{\text{крит}} = 1,70 T_{\text{н. т. к.}} - 2$$

2. Для соединений, кипящих выше 235° K:

а) для всех соединений, содержащих галогены и серу:

$$T_{\text{крит}} = 1,41 T_{\text{н. т. к.}} + 66 - 11 P$$

б) для ароматических соединений и нафтен, не содержащих галогенов и серы:

$$T_{\text{крит}} = 1,41 T_{\text{н. т. к.}} + 66 - r (0,383 T_{\text{н. т. к.}} - 93)$$

в) для всех соединений, не содержащих галогенов и серы, кроме ароматических и нафеновых:

$$T_{\text{крит}} = 1,027 T_{\text{н. т. к.}} + 159$$

Здесь $T_{\text{крит}}$ — критическая температура, °K; $T_{\text{н. т. к.}}$ — нормальная температура кипения, °K; P — число атомов фтора в веществе; r — отношение числа нециклических атомов углерода к их общему числу.

Погрешность расчета обычно не превышает ±5%.

Критический объем, $\text{см}^3/\text{моль}$.

Для всех веществ:

$$V_{\text{крит}} = (0,377 P + 11,0)^{1,25}$$

где $V_{\text{крит}}$ — критический объем, $\text{см}^3/\text{моль}$; P — паравор.

Паравор вычисляют по уравнению:

$$P = \frac{M \sigma^{1/4}}{\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{п}}}$$

где M — молекулярный вес; σ — поверхностное натяжение жидкости, $\text{дин}/\text{см}$; $\rho_{\text{ж}}$ и $\rho_{\text{п}}$ — плотности жидкости и пара, $\text{г}/\text{см}^3$.

Паравор можно также вычислить как сумму параворов атомов и связей, входящих в соединение (стр. 143).

Средняя погрешность при определении $V_{\text{крит}}$ составляет ±3%.

Критическое давление, атм .

Для всех веществ:

$$P_{\text{крит}} = \frac{20,8 T_{\text{крит}}}{V_{\text{крит}} - 8}$$

где $P_{\text{крит}}$ — критическое давление, атм ; $T_{\text{крит}}$ — критическая температура, °K; $V_{\text{крит}}$ — критический объем, $\text{см}^3/\text{моль}$.

Максимальная погрешность расчета не превышает 11%.

35. Растворимость газов в воде при нормальных условиях

Растворимость выражена 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, °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

36. Фазовые диаграммы

Продолжение

Вещество	Система	№ рисунка	Температура, °C	Давление	
				атм	мм/м²
Однокомпонентные системы					
Вода	Жидкость—пар—лед I	1 и 2 (точка A)	0,0076	$6,02 \times 10^{-3}$	$0,61 \times 10^{-3}$
	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 _{ромб} — S _{монокл} — S _{пар}	3 (точка O)	95,5	—	—
	S _{монокл} — S _{жидк} — S _{пар}	3 (точка B)	120	—	—
	S _{ромб} — S _{монокл} — S _{жидк}	3 (точка C)	151	1288	130,5
	S _{ромб} — S _{жидк} — S _{пар}	3 (точка b *)	114	—	—
Углерод	C _{графит} — C _{жидк} — C _{газ}	4 (точка A)	3730	105	10,6

Тип системы	№ рисунка	Вещество	T. плав., °C	T. кип., °C
-------------	-----------	----------	--------------	-------------

Двухкомпонентные системы

Вещества, неограниченно растворимые в обеих фазах	5	AgCl	455	—
		NaCl	800	—
	6	Cu	1083	—
		Ni	1452	—
	7	CaSiO ₃	1512	—
		MnSiO ₃	1218	—
	8	Mn	1260	—
		Ni	1452	—
	9	CH ₃ COOH	—	118,1
		H ₂ O	—	100
	10	CCl ₄	—	77,7
	11	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	—	34,75
		HNO ₃	—	86
		H ₂ O	—	100

* Метастабильное состояние.

Тип системы	№ рисунка	Вещество	T. плав., °C	T. кип., °C
Вещества, неограниченно растворимые в обеих фазах	12	CCl ₄	—	75,9 *
	13	C ₂ H ₅ OH C ₂ H ₅ O ₂ H ₂ O	— — —	77,9 * 161,7 100
Вещества, неограниченно растворимые в жидкой фазе и взаимно нерастворимые в твердой фазе Химические соединения не образуются	14	AgCl	455	—
	15	KCl	776	—
Образуются устойчивые химические соединения	16	Al	660	—
	17	Si	1412	—
Образуются неустойчивые химические соединения	18	HNO ₃	-41,2	—
	19	H ₂ O	0	—
Вещества, неограниченно растворимые в жидкой фазе и ограниченно растворимые в твердой фазе Химические соединения не образуются	20	Al	660	—
	21	Mg	651	—
Вещества, ограниченно растворимые в обеих фазах	22	CaCl ₂	772	—
	23	CsCl	642	—
	24	CuCl	422	—
	25	KCl	776	—
	26	Au	1063	—
	27	Sb	631	—
	28	KNO ₃	339	—
	29	NaNO ₃	308	—
	30	Bi	268	—
	31	Pb	327	—
	32	Al	660	—
	33	Pb	327	—
	34	C ₆ H ₅ NH ₂	—	—
	35	H ₂ O	—	—

Трехкомпонентные системы

Вещества, неограниченно растворимые в жидкой фазе и взаимно нерастворимые в твердой фазе Химические соединения не образуются	25	Ti ₂ SO ₄	632	—
		Ti ₂ Cl ₃	426	—
Образуются устойчивые химические соединения	26	Ti ₂ (NO ₃) ₂	206	—
		Sn	232	—
	27	Pb	327	—
		Bi	268	—
		m-C ₆ H ₄ (NH ₂) ₂	63	—
		C ₆ H ₅ COOH	121,4	—
		C ₆ H ₄ (OH)COOH	159	—

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

4 Краткий справочник

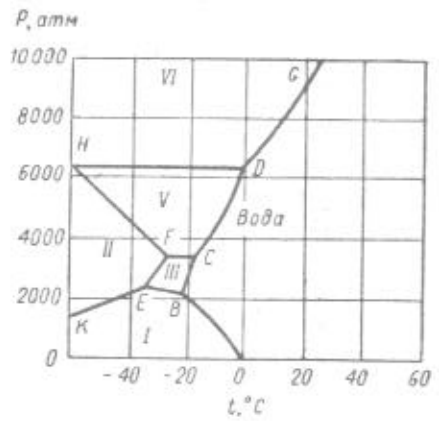


Рис. 1.

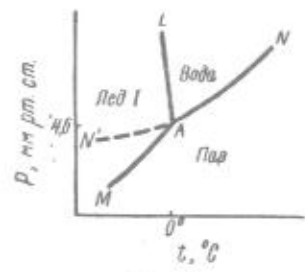


Рис. 2.

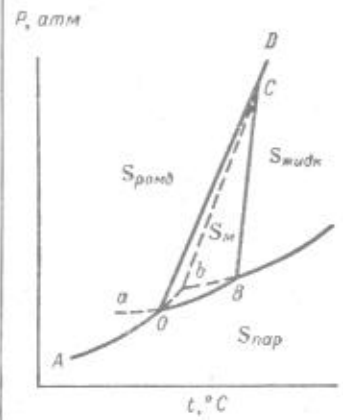


Рис. 3.

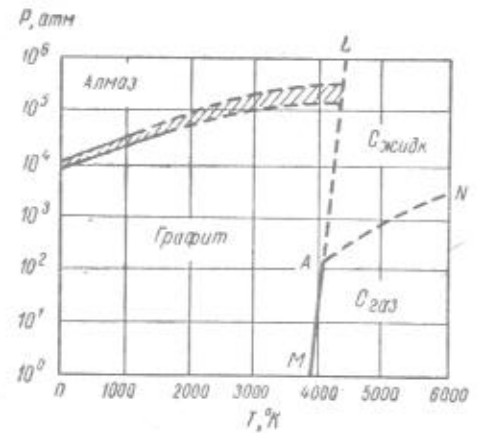


Рис. 4.

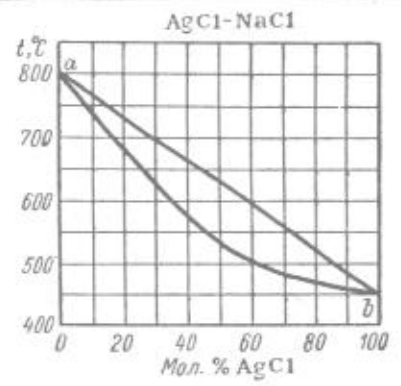


Рис. 5.

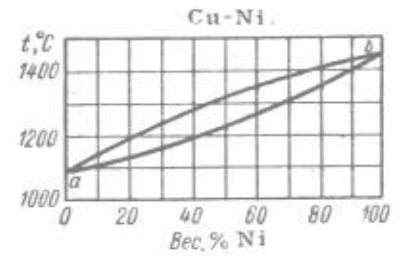


Рис. 6.

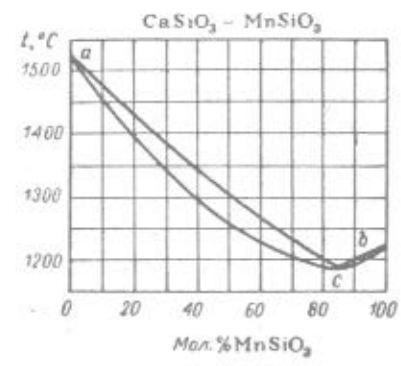


Рис. 7.

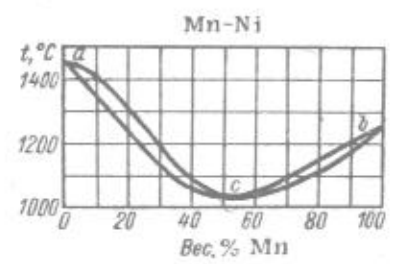


Рис. 8.

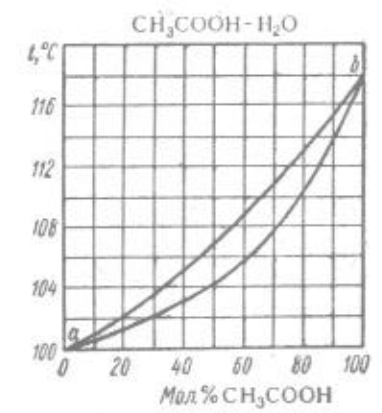


Рис. 9.

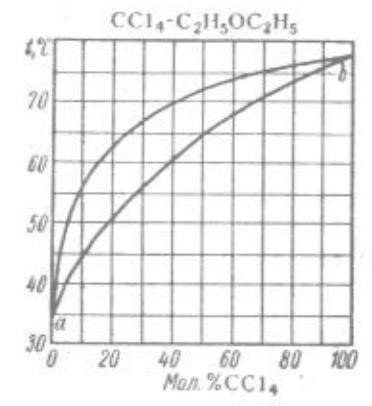


Рис. 10.

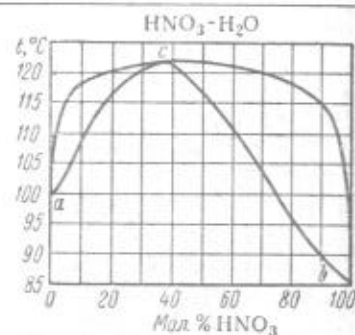


Рис. 11.

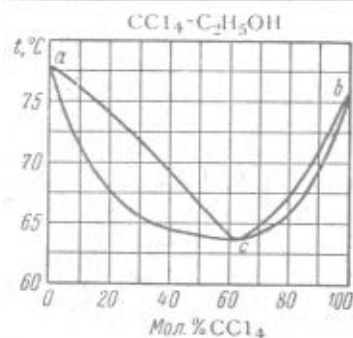


Рис. 12.

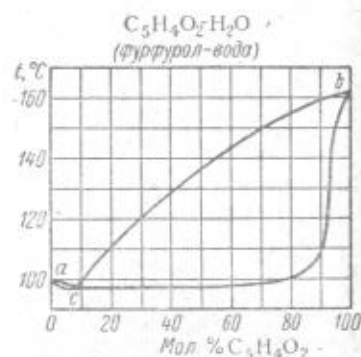


Рис. 13.

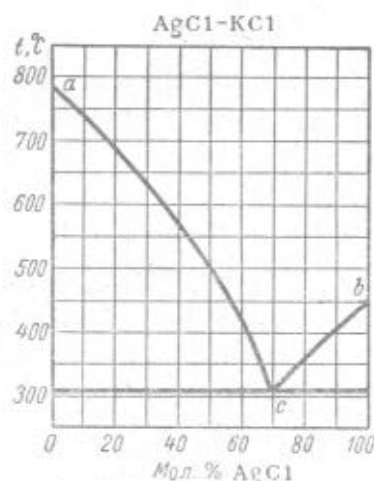


Рис. 14.

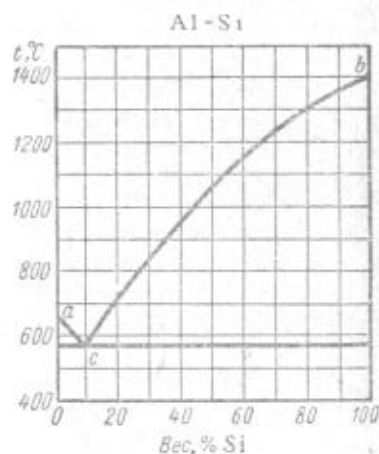


Рис. 15.

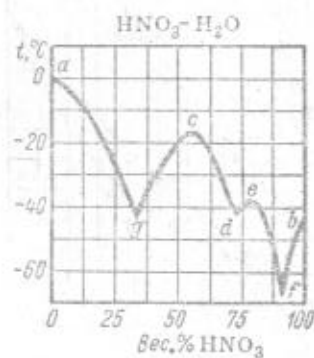


Рис. 16.

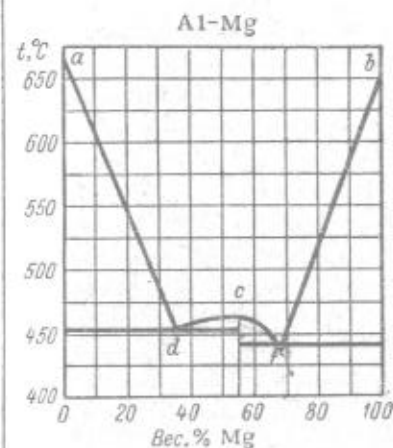


Рис. 17.

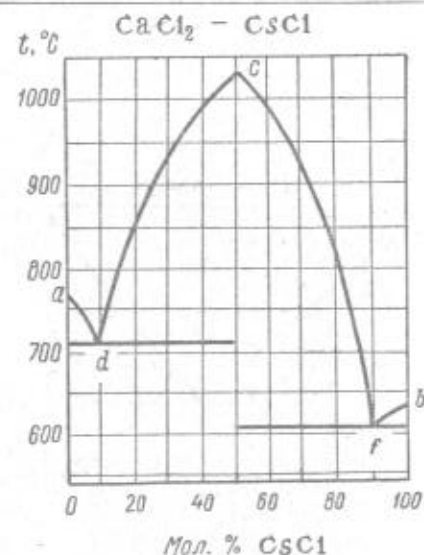


Рис. 18.

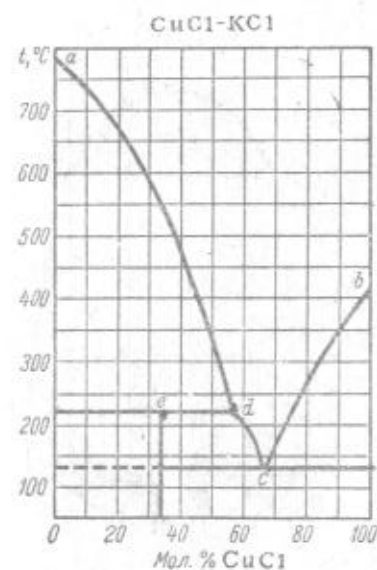


Рис. 19.

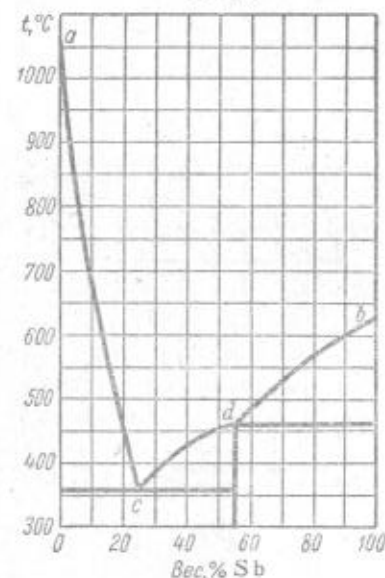


Рис. 20.

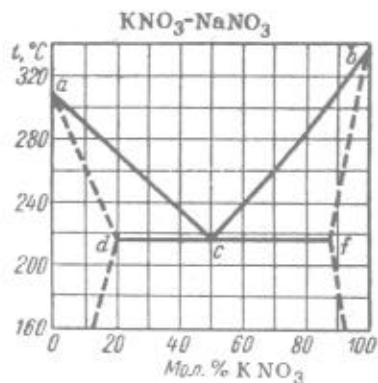


Рис. 21.

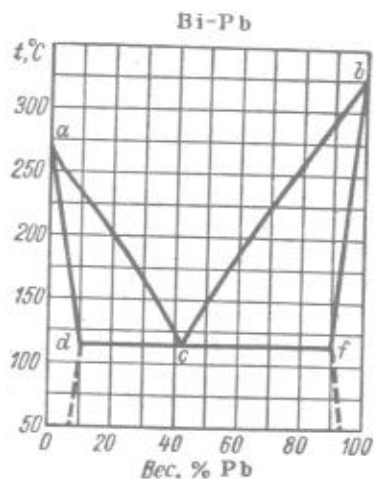


Рис. 22.

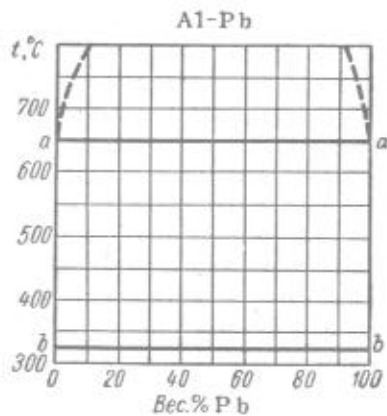


Рис. 23.

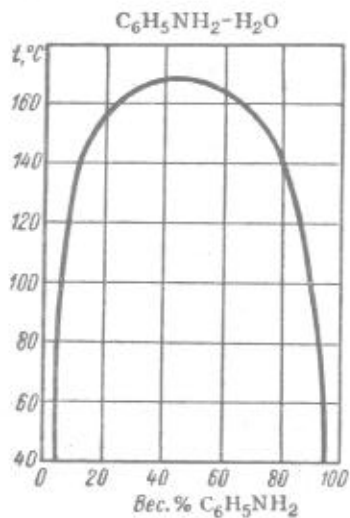


Рис. 24.

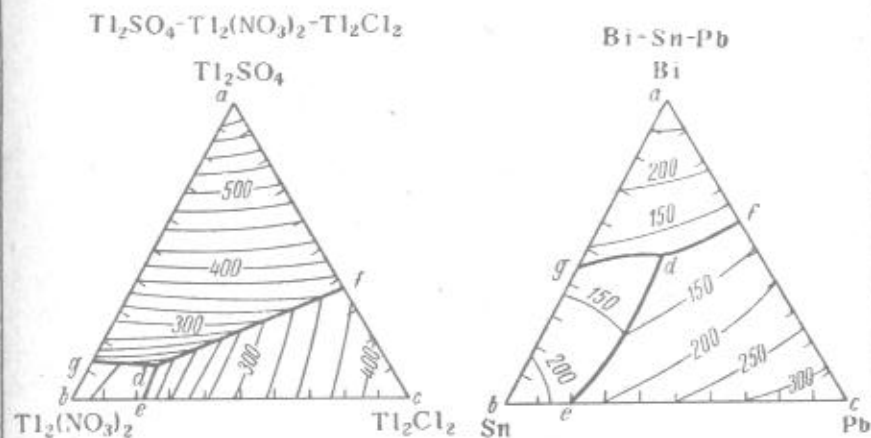


Рис. 25.

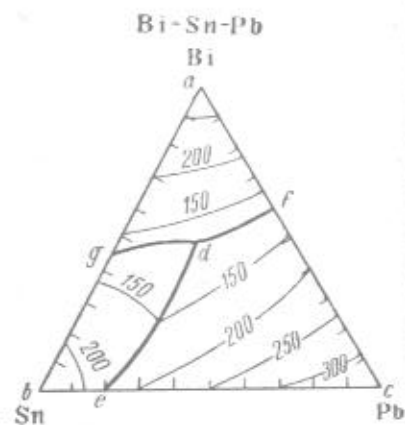


Рис. 26.

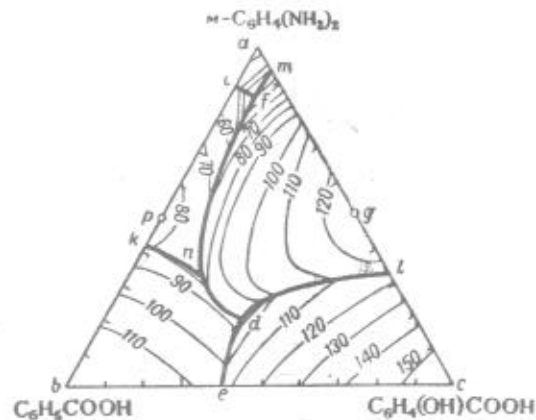


Рис. 27.

37. Показатели преломления некоторых жидкостей при 20° С

$$\lambda = 5893 \text{ \AA}$$

$\frac{dn}{dt}$ — температурный коэффициент показателя преломления, справедливый в интервале 15—20° С.

Вещество	n_D^{20}	$-\frac{dn}{dt}$	Вещество	n_D^{20}	$-\frac{dn}{dt}$
Аллиловый спирт $C_8H_{16}O$	1,40911	0,00041	Пентан C_5H_{12}	1,35769 *	—
Анилин C_6H_5N	1,5863	0,00048	Пиридин C_5H_5N	1,51000	0,00048
Ацетон C_3H_6O	1,35911	0,00049	Пропиловый спирт C_3H_7O	1,3854	—
Ацетонитрил C_3H_3N	1,34604	0,00045	Пропионовая кислота $C_3H_6O_2$	1,3869 *	—
Ацетофенон C_8H_8O	1,53423	0,00041	Сероуглерод CS_2	1,6280	0,00078
Бензиловый спирт $C_7H_{10}O$	1,5404	0,00040	Стирол (винилбензол) C_8H_8	1,5468	—
Бензол C_6H_6	1,50110	0,00066	Тиофен C_4H_4S	1,5286	0,00044
Бромбензол C_6H_5Br	1,5601	0,00048	Толуол C_7H_8	1,49693	0,00057
Бутиловый спирт $C_4H_{10}O$	1,3993	—	Уксусная кислота $C_2H_4O_2$	1,3717	0,00039
Вода H_2O	1,3330	0,00008	Уксусный альдегид C_2H_4O	1,3392 **	—
Гексан C_6H_{14}	1,37506	0,00055	Уксусный ангидрид $C_4H_6O_3$	1,38770	0,00040
Гептан C_7H_{16}	1,38764	—	Фенилгидразин $C_6H_8N_2$	1,6105	0,00024
Глицерин $C_3H_8O_3$	1,4744	0,00022	Фенол C_6H_6O	1,54 ***	—
1,4-Диоксан $C_4H_8O_2$	1,4223	—	Формамид CH_3ON	1,4472	—
Диэтиловый эфир $C_4H_{10}O$	1,35275	0,00056	Фтортрихлорметан (фреон-11) $CFCl_3$	1,3865 **	—
Изобутиловый спирт $C_4H_{10}O$	1,3958	—	Хлорбензол C_6H_5Cl	1,52460	0,00058
Изопропиловый спирт C_3H_8O	1,3773	—	Хлороформ $CHCl_3$	1,4456	0,00059
о-Ксилол C_8H_{10}	1,50545	—	Циклогексан C_6H_{12}	1,42630 *	—
м-Ксилол C_8H_{10}	1,49722	—	Четыреххлористый углерод CCl_4	1,4603	0,00055
п-Ксилол C_8H_{10}	1,49582	—	Этиленгликоль $C_2H_6O_2$	1,4318	—
Метиловый спирт CH_3O	1,3286	0,00040	Этиловый спирт C_2H_6O	1,3613	0,00040
Метиловый эфир муравьиной кислоты $C_2H_4O_2$	1,34201	0,00043	Этиловый эфир муравьиной кислоты $C_4H_8O_2$	1,3603 *	—
Метиловый эфир уксусной кислоты $C_4H_8O_2$	1,3593	—	Этиловый эфир уксусной кислоты $C_6H_{12}O_2$	1,3726	—
Муравьиная кислота CH_2O_2	1,3716	—			
Нитробензол $C_6H_5O_2N$	1,5524	0,00046			
Нитрометан CH_3O_2N	1,3820	—			
Октан C_8H_{18}	1,39770 *	—			

* Д-линия гелия. ** При 18° С. *** При 45° С.

38. Плотность воды при различной температуре

Для пересчета плотности ρ в $г/см^3$ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^3 .

t, °C	15	16	17	18	19
$\rho, г/см^3$	0,9991	0,9989	0,9988	0,9986	0,9984
t, °C	20	21	22	23	24
$\rho, г/см^3$	0,9982	0,9980	0,9978	0,9975	0,9970

39. Плотность некоторых жидкостей при различной температуре

Для пересчета плотности ρ в $г/см^3$ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^3 .

Вещество	ρ (г/см ³) при температуре, °C						
	0	10	20	30	40	50	60
Аллиловый спирт	0,8581	—	—	0,8421	—	—	—
Анилин	1,0390	1,0303	1,0218	1,0131	1,0045	0,9958	0,9872
Ацетон	0,8125	0,8014	0,7905	0,7793	0,7682	0,7560	0,7495
Ацетонитрил	0,8035	0,7926	0,7822	0,7713	—	—	—
Ацетофенон	—	1,0364	1,0278	1,0194	1,0106	1,0021	0,9757
Бензиловый спирт	1,0608	1,0532	1,0454	1,0376	1,0297	1,0219	—
Бензол	0,9001	0,8895	0,8790	0,8685	0,8576	0,8466	0,8357
Бромбензол	1,5218	1,5083	1,4948	1,4815	1,4682	1,4546	1,4411
Бутиловый спирт	0,8246	0,8171	0,8086	0,8020	—	—	—
Вода	0,9998	0,9997	0,9982	0,9956	0,9922	0,9880	0,9832
Гексан	0,6769	0,6684	0,6595	0,6505	0,6412	0,6318	0,6221
Гептан	0,7005	0,6920	0,6836	0,6751	0,6665	0,6579	0,6491
Глицерин	1,2674	1,2642	1,2594	1,2547	1,2500	1,2438	1,2376
1,4-Диоксан	—	—	1,0338	—	—	—	—
Диэтиловый эфир	0,7362	0,7248	0,7135	0,7019	0,6894	0,6764	0,6658
Изобутиловый спирт	—	—	0,8027	—	—	—	—
Изопропиловый спирт	—	—	0,7851	—	—	—	—
о-Ксилол	0,8959	0,8886	0,8802	0,8719	0,8634	0,8549	0,8464
м-Ксилол	0,8811	0,8726	0,8642	0,8556	0,8470	0,8384	0,8297
п-Ксилол	—	—	0,8610	0,8525	0,8437	0,8350	0,8262
Метиловый спирт	0,8100	0,8008	0,7915	0,7825	0,7740	0,7650	0,7555
Метиловый эфир муравьиной кислоты	1,0032	0,9886	0,9742	0,9598	(0,945)	0,9294	(0,913)
Метиловый эфир уксусной кислоты	0,9593	(0,946)	0,9338	(0,920)	0,9075	0,8939	0,8800
Муравьиная кислота	—	—	1,2196	—	—	—	—
Нитробензол	1,2231	1,2131	1,2033	1,1936	1,1837	1,1740	1,1638
Нитрометан	—	—	1,1382	—	—	—	—
Октан	0,7185	0,7102	0,7022	0,6942	0,6860	0,6778	0,6694
Пентан	0,6455	0,6360	0,6262	0,6163	0,6062	0,5957	0,5850
Пиридин	1,0030	0,9935	0,9825	0,9729	0,9629	0,9526	0,9424
Пропиловый спирт	0,8193	(0,811)	0,8035	(0,797)	0,7875	(0,780)	0,7700
Пропионовая кислота	—	—	0,992	—	—	—	—
Сероуглерод	1,2927	1,2778	1,2632	1,2482	—	—	—
Стирол (винилбензол)	—	—	0,9060	—	—	—	—
Тиофен	—	—	1,0647	1,0524	—	—	—
Толуол	0,8855	0,8782	0,8700	0,8618	0,8533	0,8448	0,8363
Уксусная кислота	1,0697	1,0593	1,0491	1,0392	1,0282	1,0175	1,0060
Уксусный альдегид	—	—	0,783	—	—	—	—
Уксусный ангидрид	1,1053	1,0930	1,0810	1,0690	1,0567	1,0443	—
Фенилгидразин	—	—	1,0981	1,0899	1,0817	1,0737	1,0653
Фенол	—	—	—	—	1,0576 *	—	—
Формамид	—	—	1,1334	—	—	—	—
Фтортрихлорметан (фреон-11)	1,5342	—	1,4870	1,462	—	—	—
Хлорбензол	1,1279	1,1171	1,1062	1,0954	1,0846	1,0742	1,0636
Хлороформ	1,5264	1,5077	1,4890	1,4706	1,4509	1,4334	1,4114
Циклогексан	—	0,7879	0,7786	0,7691	0,7596	0,7499	0,7401
Четыреххлористый углерод	1,6326	1,6135	1,5939	1,5748	1,5557	1,5361	1,5165
Этиленгликоль	—	—	1,1130	—	—	—	—
Этиловый спирт	0,8062	0,7979	0,7895	0,7810	0,7722	0,7632	0,7541
Этиловый эфир муравьиной кислоты	—	—	0,9168	—	—	—	—
Этиловый эфир уксусной кислоты	0,9244	(0,912)	0,9005	(0,891)	0,8762	(0,867)	0,8508

* 41° С.

40. Плотность растворов некоторых солей и фосфорной кислоты в воде (г/см³)

Для пересчета плотности ρ в кг/м³ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10³.

Вес. %	AgNO ₃ (20° C)	AlCl ₃ (18° C)	BaCl ₂ (20° C)	CaCl ₂ (20° C)	CdSO ₄ (18° C)	CuSO ₄ (20° C)	FeSO ₄ (18° C)	H ₃ PO ₄ (20° C)	KCl (20° C)
1	1,0070	1,0075	—	1,0070	—	1,009	1,0085	1,0038	1,0045
2	1,0154	1,0164	1,0159	1,0148	1,0182	1,019	1,0092	1,0110	1,0108
4	1,0327	1,0344	1,0341	1,0316	1,0383	1,040	1,0375	1,0200	1,0239
6	1,0506	1,0526	1,0528	1,0486	1,0590	1,062	1,0575	1,0309	1,0369
8	1,0690	1,0711	1,0721	1,0659	1,0803	1,084	1,0785	1,0420	1,0500
10	1,0882	1,0900	1,0921	1,0835	1,1023	1,107	1,1000	1,0532	1,0633
12	1,1080	1,1093	1,1128	1,1015	1,1250	1,131	1,1220	1,0647	1,0768
14	1,1284	1,1290	1,1342	1,1198	1,1485	1,155	1,1445	1,0764	1,0905
16	1,1495	1,1491	1,1564	1,1384	1,1729	1,180	1,1675	1,0884	1,1043
18	1,1715	—	1,1793	1,1578	1,1982	1,206	1,1905	1,1008	1,1185
20	1,1942	—	1,2031	1,1775	1,2242	—	1,2135	1,1134	1,1323
22	—	—	1,2277	—	—	—	—	—	1,1474
24	—	—	1,2531	—	—	—	—	1,1395	1,1623
25	1,2545	—	—	1,2284	1,2940	—	—	—	—
26	—	—	1,2793	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	1,2603	—	—	—	1,1665	—
30	1,3205	—	—	1,2816	1,3714	—	—	1,1805	—
35	1,3931	—	—	1,3373	1,4551	—	—	1,2160	—
40	1,4743	—	—	1,3957	1,5470	—	—	1,2540	—
45	—	—	—	—	—	—	—	1,2930	—
50	1,668	—	—	—	—	—	—	1,3350	—
55	—	—	—	—	—	—	—	1,3790	—
60	1,910	—	—	—	—	—	—	1,4260	—

Вес. %	KNO ₃ (20° C)	LiCl (20° C)	NH ₄ Cl (20° C)	NH ₄ NO ₃ (20° C)	NaCl (20° C)	NaCH ₃ COO (18° C)	NaNO ₂ (20° C)	NiSO ₄ (18° C)	ZnSO ₄ (20° C)
1	1,0046	1,0041	1,0013	1,0023	1,0053	1,0033	1,0049	1,009	—
2	1,0108	1,0099	1,0045	1,0064	1,0125	1,0084	1,0117	1,020	1,0190
4	1,0234	1,0215	1,0107	1,0147	1,0268	1,0186	1,0254	1,042	1,0403
6	1,0363	1,0330	1,0168	1,0230	1,0413	1,0289	1,0392	1,063	1,0620
8	1,0494	1,0444	1,0227	1,0313	1,0559	1,0392	1,0532	1,085	1,0842
10	1,0627	1,0559	1,0286	1,0397	1,0707	1,0495	1,0674	1,109	1,1071
12	1,0762	1,0675	1,0344	1,0482	1,0857	1,0598	1,0819	1,133	1,1308
14	1,0899	1,0792	1,0401	1,0567	1,1009	1,0702	1,0967	1,158	1,1553
16	1,1030	1,0910	1,0457	1,0653	1,1162	1,0807	1,1118	1,183	1,1806
18	1,1181	1,1029	1,0512	1,0740	1,1319	1,0913	1,1272	1,209	—
20	1,1326	1,1150	1,0567	1,0828	1,1478	1,1021	1,1426	—	1,232
22	1,1473	—	1,0621	—	1,1640	1,1130	—	—	—
24	1,1623	1,1399	—	1,1005	1,1804	1,1240	1,1752	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	1,304
26	—	—	1,0726	—	1,1972	1,1351	—	—	—
28	—	1,1658	—	1,1186	—	1,1462	1,2085	—	—
30	—	—	—	—	—	—	1,2256	—	1,378
35	—	—	—	1,1512	—	—	1,2701	—	—
40	—	1,254	—	1,1754	—	—	1,3175	—	—

Продолжение

Вес. %	KNO ₃ (20° C)	LiCl (20° C)	NH ₄ Cl (20° C)	NH ₄ NO ₃ (20° C)	NaCl (20° C)	NaCH ₃ COO (18° C)	NaNO ₂ (20° C)	NiSO ₄ (18° C)	ZnSO ₄ (20° C)
45	—	—	—	—	—	—	1,3683	—	—
50	—	—	—	1,2258	—	—	—	—	—
55	—	—	—	1,2520	—	—	—	—	—

41. Плотность растворов некоторых неорганических кислот и щелочей в воде при 20° C (г/см³)

Для пересчета плотности ρ в кг/м³ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10³.

ρ , г/см³	Концентрация, вес. %				
	HCl	HNO ₃	H ₂ SO ₄	KOH	NaOH
1,000	0,360	0,3296	0,261	0,197	0,159
1,010	2,364	2,164	1,731	1,295	1,04
1,020	4,388	3,982	3,242	2,38	1,94
1,030	6,433	5,784	4,746	3,48	2,84
1,040	8,490	7,530	6,237	4,58	3,74
1,050	10,52	9,259	7,704	5,66	4,65
1,060	12,51	10,97	9,129	6,74	5,56
1,070	14,50	12,65	10,56	7,82	6,47
1,080	16,47	14,31	11,96	8,89	7,38
1,090	18,43	15,95	13,36	9,96	8,28
1,100	20,39	17,58	14,73	11,03	9,19
1,110	22,33	19,19	16,08	12,08	10,10
1,120	24,25	20,79	17,43	13,14	11,01
1,130	26,20	22,38	18,76	14,19	11,92
1,140	28,18	23,94	(20,13)	15,22	12,83
1,150	30,14	25,48	(21,38)	16,26	13,73
1,160	32,14	27,00	(22,62)	17,29	14,64
1,170	34,18	28,51	23,95	18,32	15,54
1,180	36,23	30,00	25,21	19,35	16,44
1,190	38,32	31,47	26,47	20,37	17,34
1,200	—	32,94	27,72	21,38	18,25
1,250	—	40,58	33,82	26,34	22,82
1,300	—	48,42	39,68	31,15	27,41
1,350	—	56,95	45,26	35,82	32,10
1,400	—	66,97	50,50	40,37	36,99
1,450	—	79,43	55,45	44,79	42,07
1,500	—	96,73	60,17	49,10	47,33
1,600	—	—	69,09	—	—
1,700	—	—	77,63	—	—
1,800	—	—	87,69	—	—

42. Вязкость некоторых жидкостей при различной температуре

Вещество	η (сПа или мн·сек·м ⁻²) при температуре, °C							
	0	10	20	25	30	40	50	60
Аллиловый спирт	2,145	1,703	1,363	(1,200)	1,070	0,914	0,767	0,657
Анилин	10,20	6,46	4,40	(3,75)	3,20	2,35	1,821	1,52
Ацетон	0,397	0,361	0,325	(0,309)	0,296	0,271	0,249	0,228
Ацетонитрил	0,442	0,396	0,357	(0,340)	0,325	—	—	—
Ацетофенон	—	2,30	1,84	1,67	1,51	1,38	1,24	—
Бензиловый спирт	—	—	5,800	5,054	4,320	3,288	2,574	—
Бензол	0,910	0,755	0,652	0,600	0,559	0,503	0,436	0,389
Бромбензол	1,520	1,310	1,130	(1,060)	0,990	0,890	0,790	0,720
Бутиловый спирт	5,19	3,87	2,95	—	2,28	1,78	1,41	1,133
Вода	1,792	1,308	1,005	0,894	0,801	0,656	0,549	0,469
Гексан	0,381	0,343	0,307	0,294	0,290	0,253	0,248	0,222
Гептан	—	—	0,414	—	0,373	0,358	0,308	0,281
Глицерин	12,1·10 ³	3,95·10 ³	1,50·10 ³	0,95·10 ³	0,63·10 ³	330	180	102
1,4-Диоксан	—	—	1,255	1,196	1,063	0,917	0,778	0,685
Диэтиловый эфир	0,284	0,258	0,233	0,222	0,213	0,197	0,180	0,166
Изобутиловый спирт	8,30	5,65	3,95	—	2,88	2,12	1,61	1,24
Изопропиловый спирт	4,60	3,26	2,39	—	1,77	1,33	1,03	0,80
o-Ксилол	1,168	0,939	0,809	0,756	0,708	0,625	0,557	0,501
m-Ксилол	0,80	0,70	0,61	—	0,55	0,490	0,433	0,403
p-Ксилол	—	0,74	0,64	—	0,57	0,51	0,456	0,414
Метиловый спирт	0,817	0,690	0,597	0,547	0,510	0,450	0,396	0,350
Метиловый эфир муравьиной кислоты	0,429	0,385	0,348	0,330	0,318	—	—	—
Метиловый эфир уксусной кислоты	0,479	0,425	0,381	0,362	0,344	0,312	0,284	0,258
Муравьиная кислота	—	2,262	1,804	—	1,460	1,290	1,025	0,890
Нитробензол	3,090	2,483	2,034	(1,845)	1,682	1,438	1,251	1,094
Нитрометан	0,85	0,74	0,66	0,627	0,595	0,530	0,478	0,433
Октан	0,714	0,622	0,546	—	0,486	0,435	0,392	0,356
Пентан	0,283	0,259	0,240	—	0,220	—	—	—
Пиридин	1,330	1,120	0,974	(0,90)	0,830	0,735	0,651	0,580
Пропиловый спирт	3,883	2,897	2,254	—	—	2,400	1,129	0,921
Пропионовая кислота	1,52	1,29	1,10	—	0,958	0,840	0,746	0,662
Сероуглерод	0,433	0,396	0,365	(0,349)	0,341	0,319	0,297	—
Стирол (винилбензол)	1,047	0,879	0,749	—	0,648	0,565	0,502	0,453
Тиофен	0,871	0,753	0,658	(0,620)	0,582	0,520	0,468	0,424
Толуол	0,770	0,667	0,584	(0,550)	0,517	0,469	(0,425)	0,381
Уксусная кислота	—	1,450	1,210	(1,120)	1,040	0,900	0,790	0,700
Уксусный альдегид	0,276	0,253	0,225	—	—	—	—	—
Уксусный ангидрид	1,245	1,058	0,907	(0,845)	0,787	0,699	0,623	0,550
Фенилгидразин	—	—	0,456	—	0,443	0,404	—	—
Фенол	—	—	11,6	—	7,00	4,77	3,42	2,60
Формамид	7,5	5,0	3,75	3,30	2,94	2,43	2,04	1,71
Фтортрихлорметан (фреон-11)	0,540	0,480	0,440	—	0,405	0,375	—	0,346
Хлорбензол	1,056	0,915	0,802	(0,750)	0,708	0,635	0,573	0,520
Хлороформ	0,700	0,630	0,570	(0,543)	0,514	0,466	0,426	0,390
Циклогексан	—	—	0,970	—	0,822	0,706	0,610	0,538
Четыреххлористый углерод	1,330	1,132	0,969	(0,900)	0,843	0,739	0,651	0,585
Этиленгликоль	—	—	19,9	(16,5)	13,2	9,13	(6,65)	4,95
Этиловый спирт	1,773	1,466	1,200	1,096	1,003	0,834	0,702	0,592
Этиловый эфир муравьиной кислоты	0,51	0,45	0,402	0,382	0,358	0,329	0,308	—
Этиловый эфир уксусной кислоты	0,582	0,512	0,458	—	0,403	0,360	0,324	0,294

* При 5° C — 1,519, при 15° C — 1,140

43. Вязкость водных растворов

Растворенное вещество	Температура, °C	η (сПа или мн·сек·м ⁻²) при содержании растворенного вещества, вес. %									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
HCl	20	1,16	1,36	1,70	—	—	—	—	—	—	—
HNO ₃	20	—	1,05	—	1,30	—	2,00	—	1,88	—	—
H ₂ SO ₄	20	1,12	1,38	1,82	2,48	3,58	5,52	9,65	23,2	23,1	27,8
NaCl	0	2,01	2,67	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	1,19	1,56	—	—	—	—	—	—	—	—
NaOH	20	1,86	4,48	—	—	—	—	—	—	—	—
CH ₃ OH	0	2,59	3,23	3,61	3,65	3,35	2,89	2,37	1,76	1,19	0,82
	20	1,32	1,58	1,76	1,84	1,76	1,60	1,39	1,14	0,86	0,58
C ₂ H ₅ OH	0	3,311	5,319	6,94	7,14	6,58	5,75	4,762	3,690	2,732	1,773
	25	1,323	1,815	2,18	2,35	2,40	2,24	2,037	1,748	1,424	1,096
	50	0,734	0,907	1,050	1,132	1,155	1,127	1,062	0,968	0,848	0,702
CH ₃ COOH	20	1,22	1,45	1,70	1,96	2,21	2,43	2,66	2,75	2,43	1,22
C ₃ H ₇ O ₂ (глицерин)	20	1,311	1,769	2,501	3,750	6,050	10,96	22,94	62,0	234,6	1499
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	25	—	1,0794	1,1252	1,1744	1,2273	1,2840	1,3445	—	—	—

44. Поверхностное натяжение некоторых жидкостей при различной температуре

Для пересчета поверхностного натяжения σ в н/м нужно числа, стоящие в таблице умножить на 10⁻³.

Вещество	σ (дин/см) при температуре, °C							
	0	10	20	25	30	40	50	60
Аллиловый спирт	—	—	25,68	—	24,92	—	—	—
Анилин	45,42	44,38	43,30	—	42,24	41,20	40,10	39,40
Ацетон	26,21	25,00	23,70	—	22,01	21,16	19,90	18,61
Ацетонитрил	—	—	29,10	—	27,80	—	—	—
Ацетофенон	—	39,50	38,21	—	—	—	—	—
Бензиловый спирт	—	—	42,76	—	38,94	—	—	—
Бензол	—	30,24	28,88	28,18	27,49	26,14	24,88	23,66
Бромбензол	—	36,34	35,09	—	—	—	—	—
Бутиловый спирт	26,2	25,4	24,6	—	23,8	23,0	22,1	21,4
Вода	75,62	74,22	72,75	71,96	71,15	69,55	67,91	66,17
Гексан	20,56	19,51	18,46	—	17,40	16,31	15,26	14,23
Гептан	—	—	20,86	—	19,54	18,47	17,42	16,39
Глицерин	—	—	59,4	—	59,0	58,5	58,0	57,4
1,4-Диоксан	—	—	—	—	—	—	—	—
Диэтиловый эфир	19,4	18,2	17,0	—	15,8	14,6	13,5	12,4
Изобутиловый спирт	—	—	22,7 *	—	—	—	—	—
Изопропиловый спирт	—	—	21,2 *	—	—	—	—	—

* При 18° C.

Вещество	σ (дин/см) при температуре °C							
	0	10	20	25	30	40	50	60
o-Ксилол	32,28	31,16	30,03	29,48	28,93	27,84	26,76	25,70
m-Ксилол	30,92	29,78	28,63	28,08	27,54	26,44	25,36	24,26
p-Ксилол	—	—	28,31	27,76	27,22	26,13	25,06	24,02
Метиловый спирт	24,5	23,5	22,6	—	21,8	20,9	20,1	19,3
Метиловый эфир муравьиной кислоты	—	—	24,64	—	23,09	—	20,05	—
Метиловый эфир уксусной кислоты	—	—	23,84	—	22,38	—	—	—
Муравьиная кислота	—	38,13 *	37,58	—	36,48	—	—	—
Нитробензол	46,4	45,2	43,9	—	42,7	41,5	40,2	39,0
Нитрометан	38,1	37,74 *	36,98	—	35,51	—	—	—
Октан	23,70	22,73	21,76	—	20,79	19,78	18,79	17,82
Пентан	18,2	17,1	16,00	15,48	14,95	13,8	—	—
Пиридин	—	—	38,0	—	—	35,0	—	—
Пропиловый спирт	—	—	—	22,9	—	—	—	—
Пропионовая кислота	—	27,21 *	26,70	—	25,71	—	—	—
Сероуглерод	35,45	33,90	32,25	—	30,85	—	27,8	—
Стирол (винилбензол)	—	—	32,0	—	—	—	—	—
Тиофен	—	—	33,1	—	—	30,1	—	—
Толуол	30,92	29,70	28,53	27,92	27,32	26,15	25,04	23,94
Уксусная кислота	—	28,8	27,8	—	26,8	25,8	24,8	23,8
Уксусный альдегид	—	—	21,2	—	—	—	—	—
Уксусный ангидрид	—	33,37 *	32,65	—	31,22	30,05	29,00	—
Фенилгидразин	—	—	45,55	—	44,31	—	—	40,40
Фенол	—	—	40,9	—	—	—	37,66	36,57
Формамид	—	—	58,2	—	—	—	—	—
Фтортрихлорметан (фреон-11)	21,7	—	—	—	17,6	—	—	—
Хлорбензол	36,0	34,8	33,5	—	32,3	31,1	29,9	28,7
Хлороформ	—	28,50	27,14	—	25,89	—	—	21,73
Циклогексан	—	26,15	24,95	24,35	23,75	22,45	21,35	—
Четыреххлористый углерод	29,38	28,05	25,68	—	25,54	24,41	23,22	22,38
Этиленгликоль	—	—	46,1	—	—	—	—	—
Этиловый спирт	24,05	23,14	22,03	—	21,48	20,20	19,80	18,43
Этиловый эфир муравьиной кислоты	—	—	23,84	—	22,38	—	—	—
Этиловый эфир уксусной кислоты	26,5	24,36 *	23,75	—	22,25	—	20,2	—

* При 15° C.

45. Критические параметры

Эмпирические зависимости для расчета критических параметров см. на стр. 95.
Для пересчета плотности в кг/м³ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10³.

Вещество	Температура		Давление		Плотность, г/см³
	°K	°C	кн/м²	атм	
Простые вещества					
Br₂	584,2	311	10 330	102	1,18
Cl₂	417,2	144	7 709	76,1	0,573
D₂	38,4	—234,8	1 652	16,3	—
F₂	144,2	—129	5 573	55	—
H₂	33,3	—239,9	1 296	12,8	0,031
Hg	1723,2	1450	—	—	—
I₂	826,2	553	—	—	—
N₂	126,2	—147,0	3 395	33,5	0,311
O₂	154,8	—118,4	5 077	50,1	0,41
O₃	261,1	—12,1	5 533	54,6	0,54
Неорганические соединения					
BCl₃	452,0	178,8	3 871	38,2	—
BF₃	260,9	—12,3	4 985	49,2	—
CO	132,9	—140,3	3 496	34,5	0,301
CO₂	304,2	31,0	7 387	72,9	0,468
COCl₂	455,2	182	5 674	56	0,52
COS	378,2	105	6 181	61	—
CS₂	552,2	279	7 904	78	0,44
D₂O	644,1	370,9	22 151	218,6	—
HBr	363,2	90,0	8 512	84,0	0,807
HCN	456,7	183,5	5 391	53,2	0,195
HCl	324,6	51,4	8 258	81,5	0,42
HF	461,2	188	6 931	68,4	—
HI	424,2	151,0	8 309	82,0	—
H₂O	647,4	374,2	22 120	218,3	0,32
H₂S	373,6	100,4	9 008	88,9	0,349
NH₃	405,6	132,4	11 298	111,5	0,235
NO	180,3	—92,9	6 546	64,6	0,52
N₂O	309,7	36,5	7 265	71,7	0,452
N₂O₄	431,2	158	10 032	99	0,56
NOCl	438,2	165	9 363	92,4	—
PH₃	324,5	51,3	6 536	64,5	0,30
SO₂	430,7	157,5	7 883	77,8	0,524
SO₃	491,4	218,2	8 491	83,8	0,633

Вещество	Температура		Давление		Плотность, г/см ³
	°К	°С	кн/м ²	атм	
SiCl ₄	506,2	233	3759	37,1	—
SiF ₄	259,1	-14,1	3719	36,7	—
SnCl ₄	591,9	318,7	3749	37,0	0,742
UF ₆	503,4	230,2	4611	45,5	—

Органические соединения

Углеводороды

CH ₄ метан	191,1	-82,1	4641	45,8	0,162
C ₂ H ₂ ацетилен	309,2	36	6242	61,6	0,23
C ₂ H ₄ этилен	283,1	9,9	5117	50,5	0,227
C ₂ H ₆ этан	305,5	32,3	4884	48,2	0,203
C ₃ H ₄ пропadiен	401,2	128	5350	52,8	—
C ₃ H ₆ пропилен	365,0	91,8	4621	45,6	0,233
C ₃ H ₈ пропан	370,0	96,8	4256	42,0	0,220
C ₄ H ₆ 1,3-бутадиен	425,2	152	4327	42,7	0,245
C ₄ H ₈ 1-бутилен	419,6	146,4	4023	39,7	0,234
C ₄ H ₈ 2-метилпропилен	417,9	144,7	4003	39,5	0,235
n-C ₄ H ₁₀ n-бутан	425,2	152,0	3800	37,5	0,228
изо-C ₄ H ₁₀ изо-бутан	408,1	134,9	3648	36,0	0,221
C ₅ H ₁₀ циклопентан	511,8	238,6	4519	44,6	0,270
n-C ₅ H ₁₂ n-пентан	469,8	196,6	3374	33,3	0,232
C ₅ H ₁₂ 2-метилбутан	461,0	187,8	3415	33,7	0,236
C ₅ H ₁₂ 2,2-диметилпропан (неопентан)	433,8	160,6	3202	31,6	0,238
C ₆ H ₆ бензол	562,7	289,5	4925	48,6	0,300
C ₆ H ₁₂ циклогексан	554,2	281,0	4114	40,6	0,272
n-C ₆ H ₁₄ n-гексан	507,9	234,7	3030	29,9	0,234
C ₇ H ₈ толуол	594,0	320,8	4215	41,6	0,29
n-C ₇ H ₁₆ n-гептан	540,2	267,0	2736	27,0	0,235
o-C ₈ H ₁₀ o-ксилол	632,2	359,0	3648	36	0,28
m-C ₈ H ₁₀ m-ксилол	619,2	346,0	3547	35	0,27
n-C ₈ H ₁₀ n-ксилол	618,2	345,0	3445	34	0,29
n-C ₈ H ₁₈ n-октан	569,9	296,7	2493	24,6	0,233

Кислородсодержащие соединения

CH ₃ O метиловый спирт	513,2	240	7954	78,5	0,272
C ₂ H ₄ O уксусный альдегид	461,2	188	—	—	—
C ₂ H ₄ O окись этилена	468,2	195	7194	71,0	0,32
C ₂ H ₄ O ₂ уксусная кислота	594,8	321,6	5786	57,1	0,351
C ₂ H ₆ O этиловый спирт	516,2	243	6384	63,0	0,276
C ₂ H ₆ O диметиловый эфир	400,1	126,9	5370	53	0,242
C ₃ H ₆ O ацетон	508,7	235,5	4722	46,6	0,273
n-C ₃ H ₇ O n-пропиловый спирт	537,2	264	5087	50,2	0,273
изо-C ₃ H ₇ O изо-пропиловый спирт	508,8	235,6	5370	53	0,274
C ₄ H ₈ O ₂ уксусноэтиловый эфир	523,3	250,1	3830	37,8	0,308
C ₄ H ₈ O ₂ 1,4-диоксан	585,2	312	5137	50,7	0,36
C ₄ H ₁₀ O диэтиловый эфир	467,2	194	3607	35,6	0,264

Вещество	Температура		Давление		Плотность, г/см ³
	°К	°С	кн/м ²	атм	

Галогенсодержащие соединения

CH ₃ F фтористый метил	317,8	44,6	5877	58,0	0,300
CH ₃ Cl хлористый метил	416,3	143,1	6678	65,9	0,353
CH ₃ Br бромистый метил	464,2	191	—	—	—
CH ₃ I иодистый метил	528,2	255	—	—	—
CHCl ₃ хлороформ	536,6	263,4	5472	54,0	0,50
CCl ₄ тетрахлорметан (четырёххлористый углерод)	556,4	283,2	4560	45,0	0,558
C ₂ H ₅ F фтористый этил	375,4	102,2	4661	46,0	—
C ₂ H ₅ Cl хлористый этил	460,4	187,2	5269	52	0,33
C ₆ H ₅ F фторбензол	560,1	286,9	4550	44,9	0,357
C ₆ H ₅ Cl хлорбензол	632,4	359,2	4519	44,6	0,365
C ₇ H ₅ F ₃ фенилтрифторметан	562,7	289,5	3557	35,1	0,427

Азотсодержащие соединения

CH ₅ N метиламин	430,1	156,9	7458	73,6	—
C ₂ H ₇ N диметиламин	437,7	164,5	5310	52,4	—
C ₃ H ₉ N триметиламин	433,3	160,1	4073	40,2	0,233
C ₅ H ₅ N пиридин	617,4	344,2	6080	60,0	—
C ₆ H ₇ N анилин	699,2	426,0	5310	52,4	0,314

46. Удельная электропроводность предельно чистой воды, перегнанной в вакууме

Для пересчета удельной электропроводности κ в $\text{ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ нужны числа, стоящие в таблице, умножить на 10^8 .

Пример. При 10°С $\kappa = 2,85 \cdot 10^{-8} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ или $2,85 \cdot 10^{-8} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$.

Удельная электропроводность воды, перегнанной в присутствии воздуха, равна $\kappa = (1 \div 2) \times 10^{-4} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ или $(1 \div 2) \cdot 10^{-4} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ и возрастает с увеличением температуры на 1°С (вблизи комнатной температуры) на 2—2,5%.

$t, ^\circ \text{С}$	$\kappa \cdot 10^8, \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	$t, ^\circ \text{С}$	$\kappa \cdot 10^8, \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	$t, ^\circ \text{С}$	$\kappa \cdot 10^8, \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
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

47. Эквивалентная электропроводность разбавленных водных растворов электролитов при 25° С

$$\lambda_c = \lambda^* (1 - a \sqrt{c} + bc)$$

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

Эквивалентная электропроводность λ^* в таблице выражена в $\text{см}^{-1} \cdot \text{г} \cdot \text{экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$. Для пересчета в $\text{ом}^{-1} \cdot \text{г} \cdot \text{экв}^{-1} \cdot \text{л}^2$ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-4} .

Электролит	λ^*	a	b	Электролит	λ^*	a	b
AgNO ₃	133,3	0,68	0,35	HCl	426,0	0,37	0,38
$\frac{1}{2}$ Ag ₂ SO ₄	142	1,30	—3,5	HClO ₄	417	0,36	0,4
$\frac{1}{3}$ AlBr ₃	139	1,64	2,2	HI	428	0,37	0,42
$\frac{1}{3}$ AlCl ₃	137,6	1,65	2,0	HIO ₃	391,2	0,38	—4,7
$\frac{1}{2}$ Ba (COOCH ₃) ₂	104,2	1,59	1,7	HNO ₃	420	0,37	0,36
$\frac{1}{2}$ BaCl ₂	139,5	1,28	1,74	KBr	151,7	0,62	0,62
$\frac{1}{2}$ Ba (NO ₃) ₂	132	1,34	1,2	KCOOCH ₃	115,4	0,75	1,3
$\frac{1}{2}$ CaCl ₂	135,6	1,3	1,8	KCl	149,8	0,63	0,64
$\frac{1}{2}$ CdCl ₂	104	1,65	0,9	$\frac{1}{3}$ K ₃ Fe (CN) ₆	167,8	1,56	1,8
$\frac{1}{2}$ CdSO ₄	105	2,89	3,7	$\frac{1}{4}$ K ₄ Fe (CN) ₆	169	2,48	3,6
$\frac{1}{2}$ CoCl ₂	124,5	1,37	1,2	KI	150,8	0,63	0,62
$\frac{1}{2}$ Co (NO ₃) ₂	122,4	1,39	2,0	KNO ₃	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 ₂	131	1,33	1,5	LiI	117,7	0,74	0,8
$\frac{1}{2}$ CuSO ₄	113	2,79	3,3	LiNO ₃	111	0,77	0,45
$\frac{1}{2}$ FeCl ₂	137	1,34	1,05	LiOH	236,5	0,48	0,5
HBr	429,4	0,37	0,35	$\frac{1}{2}$ MgBr ₂	129	1,34	2,2
HSCN	404	0,38	0,37	$\frac{1}{2}$ MnCl ₂	126	1,36	1,6
				NH ₄ Cl	150,5	0,63	0,49
				NH ₄ SCN	140,8	0,65	0,5
				NaBr	126,0	0,70	0,5
				$\frac{1}{2}$ Na ₂ CO ₃	124,1	1,47	1,6
				NaCOOCH ₃	91,1	0,89	0,34
				NaCl	126,5	0,70	0,74
				NaClO ₃	115	0,75	0,6
				NaClO ₄	110	0,77	0,6
				NaF	106	0,79	0,6
				NaI	127,0	0,70	0,80

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

48. 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
AgNO ₃	—	0,468	0,466	0,465	0,465	0,464
CaCl ₂	0,395	0,406	0,414	0,422	0,426	0,438
HCl	0,834	0,831	0,829	0,827	0,825	0,821
KBr	0,484	0,483	0,483	0,483	0,483	0,485
KCOOCH ₃	—	0,661	0,657	0,652	0,650	0,643
KCl	0,489	0,490	0,490	0,490	0,490	0,491
KI	0,489	0,488	0,488	0,488	0,488	0,489
KNO ₃	0,512	0,510	0,509	0,509	0,508	0,507
K ₂ SO ₄	0,491	0,489	0,487	0,485	0,483	0,479
LaCl ₃	0,423	0,438	0,448	0,458	0,462	0,477
LiCl	0,311	0,317	0,321	0,326	0,329	0,336
NH ₄ Cl	0,491	0,491	0,490	0,491	0,491	0,491
NaCl	0,382	0,385	0,388	0,390	0,392	0,396
NaCOOCH ₃	0,561	0,559	0,557	0,555	0,554	0,551
Na ₂ SO ₄	0,383	0,383	0,383	0,384	0,385	0,386

49. Пределная эквивалентная электропроводность ионов
(при бесконечном разведении) при 25° С
и температурный коэффициент электропроводности

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

$$\alpha = \frac{1}{\lambda_{\theta 25}} \left(\frac{d\lambda}{dt} \right)$$

Эквивалентная электропроводность λ_{θ} в таблице выражена в $\text{см}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{экв}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Для пересчета в $\text{см}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{экв}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-4} .

Катион	λ_{θ}	α	Катион	λ_{θ}	α
Ag^+	61,9	0,0194	Li^+	38,6	0,0214
$\frac{1}{3} \text{Al}^{3+}$	63	0,021	$\frac{1}{2} \text{Mg}^{2+}$	53,0	0,0218
$\frac{1}{2} \text{Ba}^{2+}$	63,6	0,020	$\frac{1}{2} \text{Mn}^{2+}$	53,5	0,025
$\frac{1}{2} \text{Be}^{2+}$	45	—	NH_4^+	73,5	0,0187
$\frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}$	59,5	0,021	Na^+	50,1	0,0208
$\frac{1}{2} \text{Cd}^{2+}$	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	—
Cs^+	77,2	0,019	$\frac{1}{2} \text{Ra}^{2+}$	66,8	0,0188
$\frac{1}{2} \text{Cu}^{2+}$	55	0,024	Rb^+	77,8	0,0207
$\frac{1}{2} \text{Fe}^{2+}$	53,5	0,024	$\frac{1}{3} \text{Sm}^{3+}$	68,5	—
$\frac{1}{3} \text{Fe}^{3+}$	68	—	$\frac{1}{2} \text{Sr}^{2+}$	59,4	0,0212
H^+	349,8	0,0142	Ti^+	74,7	0,0176
$\frac{1}{2} \text{Hg}_2^{2+}$	63,6	—	$\frac{1}{2} \text{Zn}^{2+}$	54	0,0185
$\frac{1}{2} \text{Hg}_2^{2+}$	68,6	—	$(\text{CH}_3)_4 \text{N}^+$	44,9	0,0156
K^+	73,5	0,0187	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4 \text{N}^+$	32,6	0,0193
$\frac{1}{3} \text{La}^{3+}$	69,6	0,015	$(\text{C}_3\text{H}_7)_4 \text{N}^+$	23,4	0,0152
			$(\text{C}_4\text{H}_9)_4 \text{N}^+$	19,4	—
			$(\text{C}_5\text{H}_{11})_4 \text{N}^+$	17,4	—

Продолжение

Анион	λ_{θ}	α	Анион	λ_{θ}	α
Br^-	78,14	0,0185	NO_3^-	71,4	0,0184
BrO_3^-	55,4	—	OH^-	198,3	0,0196
Cl^-	76,35	0,0194	$\frac{1}{2} \text{S}^{2-}$	53,5 (18° С)	—
ClO_3^-	64,6	0,0212	SCN^-	66	—
ClO_4^-	67,3	0,020	$\frac{1}{2} \text{SO}_3^{2-}$	72	—
$\frac{1}{2} \text{CO}_3^{2-}$	69,3	0,0192	$\frac{1}{2} \text{SO}_4^{2-}$	80,0	0,0206
$\frac{1}{2} \text{CrO}_4^{2-}$	83	0,021	$\frac{1}{2} \text{S}_2\text{O}_4^{2-}$	66,5	—
F^-	55,4	0,021	$\frac{1}{2} \text{WO}_4^{2-}$	69,4	0,020
$\frac{1}{3} \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	99,1	—	HCOO^-	54,6	—
$\frac{1}{4} \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	111	—	CH_3COO^-	40,9	0,0206
HCO_3^-	44,5	—	$\text{CH}_2\text{ClCOO}^-$	39,8	—
H_2PO_4^-	36	—	$\text{CH}_3\text{CNCOO}^-$	41,8	—
HSO_4^-	52	—	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$	35,8	—
I^-	76,85	0,0192	COOH	40,2	—
IO_3^-	40,8	0,024	COO^-		
IO_4^-	54,5	0,0144	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCOO}^-$	34,2	—
MnO_4^-	61,3	0,0224	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	32,3	—
NO_2^-	71,4	0,0248			

50. Предельная эквивалентная электропроводность ионов в воде при различных температурах

Ион	λ_0 (ом ⁻¹ ·э-экв ⁻¹ ·см ²) при температуре, °C							
	0	5	15	18	25	45	55	100
Ag ⁺	33,1	—	—	53,5	61,9	—	—	175
$\frac{1}{2}$ Ba ²⁺	34,0	—	—	54,6	63,6	—	—	195
Br ⁻	42,6	49,2	63,1	68,0	78,1	110,6	127,8	—
$\frac{1}{2}$ Ca ²⁺	31,2	—	46,9	50,7	59,5	88,2	—	180
Cl ⁻	41,0	47,5	61,4	66,0	76,35	108,9	126,4	212
ClO ₄ ⁻	36,9	—	—	58,8	67,3	—	—	185
Cs ⁺	44	50,0	63,1	67	77,2	107,5	123,6	—
F ⁻	—	—	—	47,3	55,4	—	—	—
H ⁺	225	250	300,6	315	349,8	441,4	483,1	630
I ⁻	41,4	48,5	62,1	66,5	76,8	108,6	125,4	—
K ⁺	40,7	46,7	59,6	63,9	73,5	103,4	119,2	195
Li ⁺	19,4	22,7	30,2	32,8	38,6	58,0	68,7	115
$\frac{1}{2}$ Mg ²⁺	28,9	—	—	44,9	53,0	—	—	165
Na ⁺	26,5	30,3	39,7	42,8	50,1	73,7	86,8	145
NH ₄ ⁺	40,2	—	—	63,9	73,5	—	—	180
N(CH ₃) ₄ ⁺	24,1	—	—	40,0	44,9	—	—	—
N(C ₂ H ₅) ₄ ⁺	16,4	—	—	28,2	32,6	—	—	—
N(C ₃ H ₇) ₄ ⁺	11,5	—	—	20,9	23,4	—	—	—
N(C ₄ H ₉) ₄ ⁺	9,6	—	—	—	19,4	—	—	—
N(C ₅ H ₁₁) ₄ ⁺	8,8	—	—	—	17,4	—	—	—
NO ₃ ⁻	40,0	—	—	62,3	71,46	—	—	195
OH ⁻	105	—	—	171	198,3	—	—	450
Rb ⁺	43,9	50,1	63,4	66,5	77,8	108,5	124,2	—
$\frac{1}{2}$ SO ₄ ²⁻	41	—	—	68,4	80,0	—	—	260
$\frac{1}{2}$ Sr ²⁺	31	—	—	50,6	59,4	—	—	—
CH ₃ COO ⁻	20,1	—	—	35	40,9	—	—	—

51. Электропроводность растворов слабых кислот и оснований при 25° C

Для пересчета молекулярной электропроводности μ в ом⁻¹·моль⁻¹·м² нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10⁻⁴.

Кислота	μ (ом ⁻¹ ·моль ⁻¹ ·см ²) при разведении, л·моль ⁻¹					
	32	64	128	256	512	1024
Дихлоруксусная CHCl ₂ COOH	269,8	309,9	338,4	359,2	375,4	383,8
Изомасляная изо-C ₃ H ₇ COOH	8,0	11,4	15,9	22,2	30,8	42,6
н-Масляная н-C ₃ H ₇ COOH	8,2	11,6	16,3	22,7	31,5	43,3
Муравьиная HCOOH	31,2	43,2	59,2	80,6	108,8	143
Пропионовая C ₂ H ₅ COOH	7,8	11,1	15,5	21,7	30,1	41,3
Трихлоруксусная CCl ₃ COOH	344,3	354,8	363,5	371,4	377,0	379,5
Угольная H ₂ CO ₃	(1,32)	(1,9)	—	—	—	—
Уксусная CH ₃ COOH	9,2	12,9	18,1	25,4	34,3	49,0
Фосфорная H ₃ PO ₄	156	195	240	279	317	341
Хлоруксусная CH ₂ ClCOOH	77,2	103,2	136,1	174,8	219,4	265,7
Щавелевая (COOH) ₂	285	319	345	369	388	408

Основание	μ (ом ⁻¹ ·моль ⁻¹ ·см ²) при разведении, л·моль ⁻¹					
	8	16	32	64	128	256
Гидразин N ₂ H ₄ ·H ₂ O	1,4	1,7	2,1	2,7	3,8	5,5
Гидроокись аммония NH ₄ OH	3,4	4,8	6,7	9,5	13,5	18,2
Диметиламин (CH ₃) ₂ NH	17,2	24,0	33,2	45,3	61,2	80,7
Диэтиламин (C ₂ H ₅) ₂ NH	20,4	28,8	39,7	53,8	71,8	92,7
Метиламин CH ₃ NH ₂	15,1	21,0	28,9	39,3	53,0	70,0
Пиперидин CH ₂ (CH ₂) ₄ NH	23,0	32,3	44,2	59,2	77,8	99,7
н-Пропиламин н-C ₃ H ₇ NH ₂	13,2	18,7	25,6	35,4	47,8	63,8
Триметиламин (CH ₃) ₃ N	—	—	—	15,4	21,4	29,4
Этиламин C ₂ H ₅ NH ₂	14,8	21,0	28,9	39,2	52,9	70,2

52. Константы диссоциации слабых кислот и оснований
в водных растворах при 25° С

Кислота	K_d	pK
Адипиновая $C_6H_{10}O_4$	(I) $3,71 \cdot 10^{-5}$ (II) $5,28 \cdot 10^{-6}$	4,430 5,277
Акриловая $C_3H_4O_2$	$5,52 \cdot 10^{-5}$	4,257
Аспарагиновая $C_4H_7O_4N$	(I) $1,29 \cdot 10^{-2}$ (II) $1,26 \cdot 10^{-4}$	1,990 3,900
Бензойная $C_7H_6O_2$	$6,14 \cdot 10^{-5}$	4,212
Борная H_3BO_3	(I) $5,83 \cdot 10^{-10}$ (II) $1,8 \cdot 10^{-12}$ (III) $1,6 \cdot 10^{-14}$	9,234 12,745 13,80
<i>m</i> -Бромбензойная $C_7H_5O_2Br$	$1,54 \cdot 10^{-4}$	3,812
<i>o</i> -Бромбензойная $C_7H_5O_2Br$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	2,854
<i>p</i> -Бромбензойная $C_7H_5O_2Br$	$1,07 \cdot 10^{-4}$	3,971
Валериановая $C_5H_{10}O_2$	$1,44 \cdot 10^{-5}$	4,842
Германиевая H_2GeO_3	(I) $1,68 \cdot 10^{-9}$	8,775
Гидрохинон $C_6H_6O_2$	(I) $4,5 \cdot 10^{-11}$	10,347
Гликолевая $C_2H_4O_3$	$1,48 \cdot 10^{-4}$	3,831
Глицин $C_2H_5O_3N$	(I) $4,47 \cdot 10^{-3}$ (II) $1,66 \cdot 10^{-10}$	2,350 9,780
Глутаровая $C_5H_8O_4$	(I) $4,54 \cdot 10^{-5}$ (II) $5,35 \cdot 10^{-6}$	4,343 5,272
Дихлоруксусная $C_2H_2O_2Cl_2$	$2,32 \cdot 10^{-2}$	1,634
Изомасляная $C_4H_8O_2$	$1,42 \cdot 10^{-5}$	4,848
Каприловая $C_8H_{16}O_2$	$1,28 \cdot 10^{-5}$	4,894
<i>цис</i> -Коричная $C_9H_8O_2$	$1,32 \cdot 10^{-4}$	3,879
<i>транс</i> -Коричная $C_9H_8O_2$	$3,65 \cdot 10^{-5}$	4,438
Лимонная $C_6H_8O_7$	(I) $7,45 \cdot 10^{-4}$ (II) $1,73 \cdot 10^{-5}$ (III) $4,02 \cdot 10^{-7}$	3,128 4,761 6,396

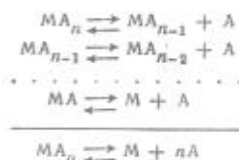
Продолжение

Кислота	K_d	pK
Маленная $C_4H_4O_4$	(I) $1,2 \cdot 10^{-2}$ (II) $5,96 \cdot 10^{-7}$	1,921 6,225
Малоновая $C_3H_4O_4$	(I) $1,40 \cdot 10^{-3}$ (II) $2,01 \cdot 10^{-6}$	2,855 5,696
<i>n</i> -Масляная $C_4H_8O_2$	$1,51 \cdot 10^{-5}$	4,820
Миндальная $C_9H_8O_3$	$3,88 \cdot 10^{-4}$	3,411
Молочная $C_3H_6O_3$	$1,38 \cdot 10^{-4}$	3,860
Муравьиная CH_2O_2	$1,772 \cdot 10^{-4}$	3,752
<i>m</i> -Нитробензойная $C_7H_5O_4N$	$3,21 \cdot 10^{-4}$	3,493
<i>o</i> -Нитробензойная $C_7H_5O_4N$	$6,71 \cdot 10^{-3}$	2,173
<i>p</i> -Нитробензойная $C_7H_5O_4N$	$3,76 \cdot 10^{-4}$	3,425
Нитроуксусная $C_2H_3O_4N$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	2,26
<i>m</i> -Оксибензойная $C_7H_6O_3$	$8,28 \cdot 10^{-5}$	4,082
<i>o</i> -Оксибензойная $C_7H_6O_3$	$1,01 \cdot 10^{-3}$	2,996
<i>p</i> -Оксибензойная $C_7H_6O_3$	$2,95 \cdot 10^{-5}$	4,530
Пимелиновая $C_7H_{12}O_4$	(I) $3,1 \cdot 10^{-5}$ (II) $4,88 \cdot 10^{-6}$	4,509 5,312
Пропионовая $C_3H_6O_2$	$1,34 \cdot 10^{-5}$	4,874
Сероводородная H_2S	(I) $1,1 \cdot 10^{-7}$ (II) $1 \cdot 10^{-14}$	6,96 14
Трихлоруксусная $C_2HO_2Cl_3$	0,2	0,7
Угольная H_2CO_3	(I) $4,45 \cdot 10^{-7}$ (II) $4,69 \cdot 10^{-11}$	6,352 10,329
Уксусная $C_2H_4O_2$	$1,754 \cdot 10^{-5}$	4,756
Фенилуксусная $C_8H_8O_2$	$4,87 \cdot 10^{-5}$	4,312
Фенол C_6H_6O	$1,01 \cdot 10^{-10}$	9,998
Фосфорная H_3PO_4	(I) $7,11 \cdot 10^{-3}$ (II) $6,34 \cdot 10^{-8}$ (III) $1,26 \cdot 10^{-12}$	2,148 7,198 11,90
Фталевая $C_8H_6O_4$	(I) $1,12 \cdot 10^{-3}$ (II) $3,91 \cdot 10^{-6}$	2,950 5,408

Кислота	K_d	pK
α -Фторбензойная $C_7H_5O_2F$	$1,36 \cdot 10^{-4}$	3,865
m -Фторбензойная $C_7H_5O_2F$	$5,41 \cdot 10^{-4}$	3,267
p -Фторбензойная $C_7H_5O_2F$	$7,23 \cdot 10^{-5}$	4,141
Фторуксусная $C_2H_3O_2F$	$2,61 \cdot 10^{-3}$	2,584
Фумаровая $C_4H_4O_4$	(I) $9,57 \cdot 10^{-4}$ (II) $4,13 \cdot 10^{-5}$	3,019 4,384
α -Хлорбензойная $C_7H_5O_2Cl$	$1,50 \cdot 10^{-4}$	3,824
m -Хлорбензойная $C_7H_5O_2Cl$	$1,14 \cdot 10^{-3}$	2,943
p -Хлорбензойная $C_7H_5O_2Cl$	$1,03 \cdot 10^{-4}$	3,986
Хлоруксусная $C_2H_3O_2Cl$	$1,36 \cdot 10^{-3}$	2,865
Цавелевая $C_2H_2O_4$	(I) $5,36 \cdot 10^{-2}$ (II) $5,42 \cdot 10^{-5}$	1,271 4,266
Нитратная $C_4H_6O_4$	(I) $6,21 \cdot 10^{-6}$ (II) $2,30 \cdot 10^{-6}$	4,207 5,638
Основание	K_d	pK
Анилин C_6H_7N	$3,97 \cdot 10^{-10}$	9,401
n -Бутиламин $C_4H_{11}N$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	3,400
Гидразин $N_2H_4 \cdot H_2O$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	5,77
Гидроокись аммония NH_4OH	$1,77 \cdot 10^{-5}$	4,752
Диметиламин C_2H_7N	$6,0 \cdot 10^{-4}$	3,223
Диэтиламин $C_4H_{11}N$	$8,6 \cdot 10^{-4}$	3,064
Метиламин CH_5N	$4,24 \cdot 10^{-4}$	3,373
Пиперидин $C_5H_{11}N$	$1,34 \cdot 10^{-3}$	2,874
Пиридин C_5H_5N	$1,71 \cdot 10^{-9}$	8,766
α -Пропиламин C_3H_9N	$3,42 \cdot 10^{-4}$	3,467
Триметиламин C_3H_9N	$6,34 \cdot 10^{-5}$	4,197
Этаноламин C_2H_7ON	$3,17 \cdot 10^{-5}$	4,499
Этиламин C_2H_7N	$4,3 \cdot 10^{-4}$	3,366

53. Константы нестойкости некоторых комплексных соединений

Комплексная частица вида MA_n (заряды опущены) диссоциирует последовательно по уравнениям:



Константы равновесия ступеней диссоциации $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n-1}, \beta_n$ называют ступенчатыми константами нестойкости. Общая константа нестойкости $K = \beta_1 \beta_2 \dots \beta_{n-1} \beta_n$. Обратные величины констант $\frac{1}{K}$ или $\frac{1}{\beta_i}$ называют константами устойчивости.

Пользуются также общими константами нестойкости любой ступени диссоциации $K_{1,2} = \beta_1 \beta_2, K_{1,3} = \beta_1 \beta_2 \beta_3$ и т. д. вплоть до $K_{1,n} = K$.

В таблице приведены значения $p\beta_i = -\lg \beta_i$ и соответствующие $pK = -\lg K$. Очевидно, $pK_{1,2} = p\beta_1 + p\beta_2$ и т. д.

Константы относятся к растворенным частицам и отсутствие твердых фаз

Частица	Температура, °C	Ионная сила	$p\beta$	pK
---------	-----------------	-------------	----------	------

Аммиачные комплексы

$Ag NH_3^+$	30	0,5—5,0	3,20	3,20
$Ag (NH_3)_2^+$	Комп.	0,5—5,0	3,83	7,03
$Cd (NH_3)_2^{2+}$	30	0,5—5,0	2,65	2,65
$Cd (NH_3)_3^{2+}$	30	0,5—5,0	2,10	4,75
$Cd (NH_3)_4^{2+}$	30	0,5—5,0	1,44	6,19
$Cd (NH_3)_5^{2+}$	30	0,5—5,0	0,93	7,12
$Cd (NH_3)_6^{2+}$	30	0,5—5,0	—0,32	6,80
$Co (NH_3)_6^{2+}$	30	0,5—5,0	—1,66	5,14
$Co (NH_3)_5^{2+}$	30	0,5—5,0	2,11	2,11
$Co (NH_3)_4^{2+}$	30	0,5—5,0	1,63	3,74
$Co (NH_3)_3^{2+}$	30	0,5—5,0	1,05	4,79
$Co (NH_3)_2^{2+}$	30	0,5—5,0	0,76	5,55
$Co (NH_3)_1^{2+}$	30	0,5—5,0	0,18	5,73
$Cu (NH_3)_6^{2+}$	30	0,5—5,0	—0,62	5,11
$Cu (NH_3)_5^{2+}$	30	0,5—5,0	4,15	4,15
$Cu (NH_3)_4^{2+}$	30	0,5—5,0	3,50	7,65
$Cu (NH_3)_3^{2+}$	30	0,5—5,0	2,89	10,54
$Cu (NH_3)_2^{2+}$	30	0,5—5,0	2,13	12,67
$Cu (NH_3)_1^{2+}$	—	—	—0,5	12,2
$Ni (NH_3)_6^{2+}$	30	0,5—5,0	2,79	2,79
$Ni (NH_3)_5^{2+}$	30	0,5—5,0	2,24	5,02

Частица	Температура, °C	Ионная сила	pB	pK
Ni (NH ₃) ₃ ²⁺	30	0,5—5,0	1,73	6,76
Ni (NH ₃) ₄ ²⁺	30	0,5—5,0	1,19	7,95
Ni (NH ₃) ₅ ²⁺	30	0,5—5,0	0,75	8,70
Ni (NH ₃) ₆ ²⁺	30	0,5—5,0	0,03	8,73
Zn (NH ₃) ₃ ²⁺	30	0,5—5,0	2,37	2,37
Zn (NH ₃) ₄ ²⁺	30	0,5—5,0	2,44	4,81
Zn (NH ₃) ₅ ²⁺	30	0,5—5,0	2,50	7,31
Zn (NH ₃) ₆ ²⁺	30	0,5—5,0	2,15	9,46

Ацетатные комплексы (Ac⁻ = CH₃COO⁻)

Ni (Ac) ⁺	25	0	1,8	1,8
Ni (Ac) ₂	20	1,0	0,59	1,26
Pb (Ac) ⁺	25	1,0	2,05	2,05
Pb (Ac) ₂	20	2,0	0,24	2,04
Pb (Ac) ₃ ⁻	20	2,0	-0,13	1,91
Pb (Ac) ₄ ²⁻	20	2,0	-0,50	1,41
Zn (Ac)	18	0,1	1,70	1,70

Бромидные комплексы

Ag ₂ Br ⁺	Комп.	—	—	9,70
AgBr	25	0,2	4,15	4,15
AgBr ₂ ⁻	25	0,2	2,96	7,11
AgBr ₃ ²⁻	25	0,2	1,79	8,90
HgBr ⁺	25	0,5	9,05	9,05
HgBr ₂	25	0,5	8,27	17,32
HgBr ₃ ⁻	25	0,5	2,42	19,74
HgBr ₄ ²⁻	25	0,5	1,26	21,00
PbBr ⁺	25	0	1,15	1,15
PbBr ₂	25	0	—	1,92
PbBr ₃ ⁻	25	0	—	3,0

Гидроксокомплексы

CaOH ⁺	25	0	1,30	1,30
CdOH ⁺	30	3,0	5,0	5,0
CoOH ⁺	25	0	4,4	4,4
HgOH ⁺	25	0,5	10,30	10,30
Hg (OH) ₂	25	0,5	11,40	21,40
NiOH ⁺	30	0,4	4,60	4,60
PbOH ⁺	18	0	7,05	7,05
ZnOH ⁺	25	0	4,4	4,4
Zn (OH) ₃ ⁻	Комп.	—	—	14,37
Zn (OH) ₄ ²⁻	25	Перем.	—	15,44

Частица	Температура, °C	Ионная сила	pB	pK
Иодидные комплексы				
Ag ₂ I ⁺	Комп.	Переменн.	—	14,15
AgI ₂ ⁻	*	1,6	—	13,85
AgI ₃ ²⁻	20	Переменн.	—	13,74
Pb ₂ I ⁺	25	0,3—3,6	—	1,66
PbI ⁺	25	0,3—3,6	2,30	2,30
PbI ₃ ⁻	25	0,3—3,6	—	4,65
PbI ₄ ²⁻	25	0,3—3,6	-0,80	3,85

Хлоридные комплексы

Ag ₂ Cl ⁺	Комп.	—	—	6,70
AgCl	25	0,0	2,69	2,69
AgCl ₂ ⁻	25	0,0	2,06	4,75
AgCl ₃ ²⁻	25	5,0	—	5,40
AgCl ₄ ³⁻	25	0,0	—	5,92
HgCl ⁺	25	0,5	-6,74	-6,74
HgCl ₂	25	0,5	6,48	13,22
PbCl ⁺	25	1,0	1,43	1,43
PbCl ₂	25	1,0	0,83	2,26
PbCl ₃ ⁻	25	1,0	-0,18	2,08
PbCl ₄ ²⁻	25	1,0	0,07	2,15

Цианидные комплексы

Ag (CN) ₂ ⁻	18	0,3	—	21,1
Ag (CN) ₃ ²⁻	25	0,0	0,7	21,8
Ag (CN) ₄ ³⁻	25	0,0	-1,13	20,68
Cd (CN) ⁺	25	3,0	5,54	5,54
Cd (CN) ₂	25	3,0	5,06	10,60
Cd (CN) ₃ ⁻	25	3,0	4,70	15,30
Cd (CN) ₄ ²⁻	25	3,0	3,55	18,85
Fe (CN) ₆ ⁴⁻	25	0	—	24
Fe (CN) ₆ ³⁻	25	0	—	31
Hg (CN) ₄ ²⁻	25	0,05—0,20	—	41,4
Ni (CN) ₄ ²⁻	25	—	—	13,75
Zn (CN) ₄ ²⁻	18	0,1—0,2	—	16,89

Комплексы с этилендиаминном (En = H₂NCH₂CH₂NH₂)

Ag (En) ⁺	20	0,1	4,70	4,70
Ag (En) ₂ ⁺	20	0,1	3,00	4,70
Cd (En) ₂ ²⁺	25	1,0	5,63	5,63
Cd (En) ₃ ²⁺	25	1,0	4,55	10,22
Cd (En) ₄ ²⁺	25	1,0	2,07	12,29
Co (En) ₂ ²⁺	25	1,0	5,93	5,93

Частица	Температура, °C	Ионная сила	pH	pK
Co (En) ₂ ²⁺	25	1,0	4,73	10,66
Co (En) ₃ ²⁺	25	1,0	3,30	13,96
Cu (En) ₂ ²⁺	25	0,5	10,76	10,76
Cu (En) ₃ ²⁺	25	0,5	9,37	20,13
Fe (En) ₂ ²⁺	30	1,0	4,28	4,28
Fe (En) ₃ ²⁺	30	1,0	3,25	7,53
Fe (En) ₄ ²⁺	30	1,0	1,99	9,52
Ni (En) ₂ ²⁺	25	0,5	7,60	7,60
Ni (En) ₃ ²⁺	25	0,5	6,48	14,08
Ni (En) ₄ ²⁺	25	0,5	5,03	19,11
Zn (En) ₂ ²⁺	25	1,0	5,92	5,92
Zn (En) ₃ ²⁺	25	1,0	5,15	11,07
Zn (En) ₄ ²⁺	25	1,0	1,86	12,93

54. pH стандартных растворов

Раствор	pH при температуре, °C						
	10	20	25	30	40	50	60
0,05 М тетраоксалат калия . .	1,669	1,676	1,681	1,685	1,697	1,712	1,726
Насыщенный при 25° С раствор кислого виннокислого калия	—	—	3,555	3,547	3,543	3,549	3,565
0,01 М кислый виннокислый калий	3,671	3,647	3,637	3,633	3,630	3,640	3,654
0,05 М кислый фталевокислый калий	4,001	4,001	4,005	4,011	4,030	4,059	4,097
0,01 М тетраборат натрия . .	9,328	9,223	9,177	9,135	9,066	9,012	8,961
0,025 М кислый сукциновокис- лый натрий + 0,025 М сук- циновокислый натрий . . .	—	—	5,40	—	—	—	—
0,025 М двууглекислый натрий + 0,025 М углекислый на- трий	—	—	10,02	—	—	—	—
0,01 М тринатрийфосфат . .	—	—	11,72	—	—	—	—
0,01 М уксусная кислота + + 0,01 М уксуснокислый натрий	—	—	4,67	—	—	—	—

55. 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	»
Метилловый 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
Метилловый 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	Желтый	Пурпурная
Бромтимоловый голубой	7,0	6,0—7,6	»	Голубая
п-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	»	»
м-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

56. Ионное произведение воды $K_w = a_{H^+} \cdot a_{OH^-}$ при различной температуре

t, °C	$K_w \cdot 10^{14}$	t, °C	$K_w \cdot 10^{14}$	t, °C	$K_w \cdot 10^{14}$	t, °C	$K_w \cdot 10^{14}$
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		

57. Произведение растворимости L при 25° С

$$L = (v_+^{v_+} v_-^{v_-})_{\pm}^{v_+ + v_-} v_+^{v_+} v_-^{v_-}; v_+ + v_- = v$$

Твердая фаза	$L, (г-ион/л)^v$	Твердая фаза	$L, (г-ион/л)^v$
AgBr	$5 \cdot 10^{-13}$	CuI	$1,1 \cdot 10^{-12}$
AgCN	$1,6 \cdot 10^{-14}$	Fe(OH) ₂	$1,4 \cdot 10^{-16}$
AgCl	$1,73 \cdot 10^{-10}$	Hg ₂ Br ₂	$4 \cdot 10^{-23}$
AgI	$8,1 \cdot 10^{-17}$	Hg ₂ Cl ₂	$1 \cdot 10^{-18}$
AgBrO ₃	$6 \cdot 10^{-6}$	Hg ₂ I ₂	$4 \cdot 10^{-29}$
AgIO ₃	$3,0 \cdot 10^{-8}$	Hg ₂ SO ₄	$6,2 \cdot 10^{-7}$
Ag ₂ CrO ₄	$4,4 \cdot 10^{-12}$	Ni(OH) ₂	$1,3 \cdot 10^{-16}$
Ag ₂ SO ₄	$1,23 \cdot 10^{-5}$	PbBr ₂	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Al(OH) ₃	$4 \cdot 10^{-33}$	PbCl ₂	$1,5 \cdot 10^{-8}$
Ag ₂ S	$2,5 \cdot 10^{-25}$	PbI ₂	$8 \cdot 10^{-9}$
BaSO ₃	$9,5 \cdot 10^{-10}$	Pb(OH) ₂	$5 \cdot 10^{-16}$
BaSO ₄	$1,5 \cdot 10^{-9}$	PbSO ₄	$1,6 \cdot 10^{-8}$
CaHPO ₄	$2 \cdot 10^{-6}$	TiBr	$3,6 \cdot 10^{-6}$
Ca(OH) ₂	$6 \cdot 10^{-6}$	TiCl	$1,8 \cdot 10^{-4}$
CaSO ₄	$2,4 \cdot 10^{-6}$	TiH	$8,9 \cdot 10^{-6}$
Cd(OH) ₂	$1,66 \cdot 10^{-14}$	Zn(OH) ₂	$4,3 \cdot 10^{-17}$
Co(OH) ₂	$2,5 \cdot 10^{-16}$	ZnS	$1,3 \cdot 10^{-23}$
CuCl	$3,2 \cdot 10^{-7}$		

58. 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 ₃	—	—	0,925	0,897	0,860	0,793	0,734	0,657	0,536	0,429	0,316	0,252
AlCl ₃	—	—	—	—	—	0,447	0,337	0,305	0,331	0,539	—	—
Al (ClO ₃) ₃	0,78	0,72	0,62	0,53	0,45	0,35	0,30	0,27	0,26	—	—	—
Al ₂ (SO ₄) ₃	—	—	—	—	—	—	0,035	0,023	0,014	0,018	—	—
BaCl ₂	0,881	0,840	0,774	0,716	0,651	0,564	0,500	0,444	0,397	0,395	—	—
Ba (OH) ₂	—	0,853	0,773	0,712	0,627	0,526	0,443	0,370	—	—	—	—
CaCl ₂	0,889	0,852	0,789	0,731	0,668	0,583	0,518	0,472	0,448	0,500	0,792	—
Ca (NO ₃) ₂	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 ₂	0,819	0,743	0,623	0,524	0,456	0,304	0,228	0,164	0,101	0,0669	0,0441	0,0352
CdI ₂	—	—	0,490	0,379	0,281	0,167	0,106	0,0685	0,0376	0,0251	0,0180	—
CdSO ₄	0,726	0,639	0,505	0,399	0,307	0,206	0,150	0,102	0,061	0,041	0,032	0,033
CoCl ₂	—	—	—	—	—	—	0,522	0,479	0,462	0,531	0,860	1,458
Co (NO ₃) ₂	—	—	—	—	—	—	0,518	0,471	0,445	0,490	0,726	1,182
Cr ₂ (SO ₄) ₃	—	—	—	—	—	—	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
CsI	—	—	—	—	—	—	0,754	0,692	0,599	0,533	0,470	0,434
CuCl ₂	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 ₄	0,74	—	0,573	0,438	0,317	0,217	0,154	0,104	0,062	0,043	—	—
FeCl ₂	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 ₄	—	—	—	—	—	—	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 ₃	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 ₂ SO ₄	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	0,649	0,604	0,573	0,569
KClO ₃	0,967	0,955	0,932	0,907	0,875	0,813	0,749	0,681	0,568	—	—	—
KClO ₄	0,965	0,951	0,924	0,895	0,857	—	—	—	—	—	—	—
KF	—	—	—	—	—	—	0,775	0,727	0,670	0,645	0,658	0,705
K ₃ Fe (CN) ₆	—	—	—	—	—	—	0,268	0,212	0,155	0,128	—	—
K ₄ Fe (CN) ₆	—	—	—	—	—	0,19	0,139	0,100	0,062	—	—	—
KI	0,952	—	0,928	0,903	0,872	0,820	0,778	0,733	0,676	0,645	0,637	0,652
KNO ₃	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 ₃	0,790	0,729	0,639	0,562	0,490	0,402	—	—	—	—	—	—

Продолжения

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 ₃	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 ₄	—	—	—	—	—	—	0,812	0,794	0,808	0,887	1,158	1,582
MgCl ₂	—	—	—	—	—	—	0,529	0,489	0,481	0,570	1,053	2,32
Mg (ClO ₄) ₂	—	—	—	—	—	—	0,590	0,578	0,647	0,946	2,65	9,19
MgSO ₄	—	—	—	—	—	—	0,150	0,108	0,068	0,049	0,042	0,049
NH ₄ Cl	—	—	0,924	0,896	0,862	0,808	0,770	0,718	0,649	0,603	0,570	0,561
NH ₄ NO ₃	—	—	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	0,668	0,714
NaClO ₃	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 ₄	—	—	—	—	—	—	0,775	0,729	0,668	0,629	0,609	0,611
NaF	—	—	—	—	—	—	0,765	0,710	0,632	0,573	—	—
NaH ₂ PO ₄	—	—	—	—	—	—	0,744	0,675	0,563	0,468	0,371	0,320
NaI	—	—	—	—	—	—	0,787	0,751	0,723	0,736	0,820	0,963
NaNO ₃	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 ₂ SO ₄	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 ₂ S ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	0,457	0,382	0,292	0,234	0,198	0,199
NiSO ₄	—	—	—	—	—	—	0,150	0,105	0,063	0,042	0,034	—
Pb (NO ₃) ₂	0,88	0,84	0,76	0,69	0,60	0,46	0,37	0,27	0,17	0,11	—	—
SnCl ₂	0,809	0,716	0,624	0,512	0,398	0,283	0,233	—	—	—	—	—
TiCl	0,962	0,946	—	0,876	—	—	—	—	—	—	—	—
TiClO ₄	—	—	—	—	—	—	0,730	0,652	0,527	—	—	—
UO ₂ (ClO ₄) ₂	—	—	—	—	—	—	0,626	0,634	0,790	1,390	5,91	30,9
UO ₂ (NO ₃) ₂	—	—	—	—	—	—	0,551	0,520	0,542	0,689	1,237	2,03
ZnBr ₂	—	—	—	—	—	—	0,547	0,510	0,511	0,552	0,572	0,598
ZnCl ₂	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 ₄	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 ₃ COOCs	—	—	—	—	—	—	0,799	0,771	0,762	0,802	0,95	1,145
CH ₃ COOLi	—	—	—	—	—	—	0,784	0,742	0,700	0,689	0,729	0,798
CH ₃ COONa	—	—	—	—	—	—	0,791	0,757	0,735	0,757	0,851	0,982
CH ₃ COORb	—	—	—	—	—	—	0,796	0,767	0,755	0,792	0,933	1,126
CH ₃ COOTl	—	—	—	—	—	—	0,750	0,686	0,589	0,515	0,444	0,405
C ₂ H ₅ COONa	—	—	—	—	—	—	0,800	0,772	0,764	0,808	0,966	1,160
C ₃ H ₇ COONa	—	—	—	—	—	—	0,800	0,774	0,782	0,868	1,083	1,278
C ₄ H ₉ COONa	—	—	—	—	—	—	0,800	0,776	0,790	0,868	1,030	0,982
C ₈ H ₁₇ 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 ₃	0,21	0,181	0,159	0,142	0,129	0,118	0,109	0,102
CaCl ₂	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 ₄	2,08	3,11	4,76	7,44	11,83	19,11	30,9	50,1
H ₂ SO ₄	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 ₄ Cl	0,560	0,562	0,564	0,566	—	—	—	—
NH ₄ NO ₃ . . .	0,331	0,302	0,279	0,261	0,245	0,232	0,221	0,210
NaClO ₄ . . .	0,626	0,649	0,677	—	—	—	—	—
NaH ₂ PO ₄ . .	0,293	0,276	0,265	—	—	—	—	—
NaOH	0,903	1,077	1,299	1,603	2,01	2,55	3,23	4,10
UO ₂ (ClO ₄) .	160,2	750	—	—	—	—	—	—
ZnBr ₂	0,664	0,774	0,930	1,149	1,439	1,809	2,26	—
ZnCl ₂	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 ₃	0,096	0,090	—	—	—	—	—	—	—	—
HCl	17,25	21,8	27,3	34,1	42,4	—	—	—	—	—
HClO ₄	80,8	129,5	205,0	322,0	500,0	—	—	—	—	—
H ₂ SO ₄	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 ₄ NO ₃ . . .	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 ₂	3,39	—	4,63	—	5,90	—	6,92	—	7,86	—
ZnCl ₂	1,294	—	1,73	—	2,18	—	2,63	—	3,06	—

59. 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	$\gamma_{\pm}$	$m_{\pm} = (v_1^{v_1} v_2^{v_2})^{\frac{1}{v}}$	$a = (m_{\pm} \gamma_{\pm})^v$
Неэлектролит	Сахароза	—	—	$m\gamma$
1-1; 2-2; 3-3	KCl, ZnSO ₄ , LaFe(CN) ₆	$(\gamma_1 \gamma_2)^{\frac{1}{2}}$	m	$m^2 \gamma_{\pm}^2$
		$(\gamma_1 \gamma_2)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{1}{4} m$	$4m^3 \gamma_{\pm}^3$
2-1	CaCl ₂	$(\gamma_1^2 \gamma_2)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{1}{4} m$	$4m^3 \gamma_{\pm}^3$
1-2	Na ₂ SO ₄	$(\gamma_1^2 \gamma_2)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{1}{4} m$	$4m^3 \gamma_{\pm}^3$
3-1	LaCl ₃	$(\gamma_1 \gamma_2^3)^{\frac{1}{4}}$	$27^{\frac{1}{4}} m$	$27m^4 \gamma_{\pm}^4$
1-3	K ₃ Fe(CN) ₆	$(\gamma_1^3 \gamma_2)^{\frac{1}{4}}$	$27^{\frac{1}{4}} m$	$27m^4 \gamma_{\pm}^4$
4-1	Th(NO ₃) ₄	$(\gamma_1 \gamma_2^4)^{\frac{1}{5}}$	$256^{\frac{1}{5}} m$	$256m^5 \gamma_{\pm}^5$
1-4	K ₄ Fe(CN) ₆	$(\gamma_1^4 \gamma_2)^{\frac{1}{5}}$	$256^{\frac{1}{5}} m$	$256m^5 \gamma_{\pm}^5$
3-2	Al ₂ (SO ₄) ₃	$(\gamma_1^2 \gamma_2^3)^{\frac{1}{5}}$	$108^{\frac{1}{5}} m$	$108m^5 \gamma_{\pm}^5$

Примечание. v_1 — число катионов; v_2 — число анионов; $v = v_1 + v_2$ — общее число катионов и анионов.

60. Осмотические коэффициенты g электролитов при 25° С

$\frac{m}{\text{моль/1000 г H}_2\text{O}}$	HCl	HClO ₄	NaOH	NaCl	NaClO ₄	NaBr	NaNO ₃	KCl	KNO ₃	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

61. Стандартные электродные потенциалы в водных растворах при 25° С

Указатель

№ по пор.

№ по пор.

Азот	110, 133, 134, 136, 137
Алюминий	16, 50
Барий	6, 47
Бериллий	14
Бром	42
Ванадий	107
Висмут	74, 95
Водород	12, 30, 102, 130
Германий	83
Железо	21, 29, 58, 61, 64, 118, 131
Золото	36
Индий	23
Иод	41, 122, 140
Кадмий	22, 56, 63, 66
Калий	2
Кальций	8, 45
Кислород	40, 129, 142, 144, 155, 158, 159, 160
Кобальт	25, 67, 156
Кремний	62
Лантан	10
Литий	1
Магний	11, 48
Марганец	17, 51, 52, 125, 143, 149, 154
Медь	31, 32, 60, 77, 81, 88, 115
Мышьяк	94
Натрий	9
Никель	26, 68

Олово	27, 114
Платина	128
Плутоний	37, 135
Радий	5
Ртуть	33, 35, 69, 84, 87, 89, 92, 97
Рубидий	3
Свинец	28, 59, 71, 73, 75, 76, 79, 80, 148, 153
Селен	38
Сера	39, 100, 101, 104, 108, 113, 120, 121, 124, 157
Серебро	34, 70, 82, 85, 86, 91, 93, 94, 96, 98, 99
Стронций	7, 46
Сурьма	90
Таллий	24, 65, 72, 78, 145
Торий	13
Углерод	109, 112
Уран	15, 49, 103, 111, 117, 126
Фосфор	106
Фтор	44
Хлор	43, 116, 119, 127, 132, 138, 139, 141, 146, 151, 152
Хром	18, 20, 53, 105, 147
Цезий	4
Церий	150
Цинк	19, 54, 55, 57

№ по пор.	Электрод	Реакция	φ°, в
-----------	----------	---------	-------

Электроды, обратимые относительно катиона

1	Li ⁺ , Li	Li ⁺ + e → Li	-3,045
2	K ⁺ , K	K ⁺ + e → K	-2,925
3	Rb ⁺ , Rb	Rb ⁺ + e → Rb	-2,925
4	Cs ⁺ , Cs	Cs ⁺ + e → Cs	-2,923
5	Ra ²⁺ , Ra	Ra ²⁺ + 2e → Ra	-2,916
6	Ba ²⁺ , Ba	Ba ²⁺ + 2e → Ba	-2,906
7	Sr ²⁺ , Sr	Sr ²⁺ + 2e → Sr	-2,888
8	Ca ²⁺ , Ca	Ca ²⁺ + 2e → Ca	-2,866
9	Na ⁺ , Na	Na ⁺ + e → Na	-2,714
10	La ³⁺ , La	La ³⁺ + 3e → La	-2,522
11	Mg ²⁺ , Mg	Mg ²⁺ + 2e → Mg	-2,363
12	H ⁺ , H	H ⁺ + e → H	-2,106
13	Th ⁴⁺ , Th	Th ⁴⁺ + 4e → Th	-1,899
14	Be ²⁺ , Be	Be ²⁺ + 2e → Be	-1,847
15	U ³⁺ , U	U ³⁺ + 3e → U	-1,789
16	Al ³⁺ , Al	Al ³⁺ + 3e → Al	-1,662
17	Mn ²⁺ , Mn	Mn ²⁺ + 2e → Mn	-1,180
18	Cr ²⁺ , Cr	Cr ²⁺ + 2e → Cr	-0,913
19	Zn ²⁺ , Zn	Zn ²⁺ + 2e → Zn	-0,763
20	Cr ³⁺ , Cr	Cr ³⁺ + 3e → Cr	-0,744
21	Fe ²⁺ , Fe	Fe ²⁺ + 2e → Fe	-0,440
22	Cd ²⁺ , Cd	Cd ²⁺ + 2e → Cd	-0,403
23	In ³⁺ , In	In ³⁺ + 3e → In	-0,343
24	Tl ⁺ , Tl	Tl ⁺ + e → Tl	-0,336

№ по пор.	Электрод	Реакция	φ°, в
25	Co ²⁺ , Co	Co ²⁺ + 2e → Co	-0,277
26	Ni ²⁺ , Ni	Ni ²⁺ + 2e → Ni	-0,250
27	Sn ²⁺ , Sn	Sn ²⁺ + 2e → Sn	-0,136
28	Pb ²⁺ , Pb	Pb ²⁺ + 2e → Pb	-0,126
29	Fe ³⁺ , Fe	Fe ³⁺ + 3e → Fe	-0,036
30	H ⁺ , H ₂	H ⁺ + e → $\frac{1}{2}$ H ₂	0,000
31	Cu ²⁺ , Cu	Cu ²⁺ + 2e → Cu	+0,337
32	Cu ⁺ , Cu	Cu ⁺ + e → Cu	+0,521
33	Hg ₂ ²⁺ , Hg	$\frac{1}{2}$ Hg ₂ ²⁺ + e → Hg	+0,798*
34	Ag ⁺ , Ag	Ag ⁺ + e → Ag	+0,799
35	Hg ²⁺ , Hg	Hg ²⁺ + 2e → Hg	+0,854
36	Au ³⁺ , Au	Au ³⁺ + 3e → Au	+1,498
37	Pu ³⁺ , Pu	Pu ³⁺ + 3e → Pu	+2,03

Электроды, обратимые относительно аниона

38	Se, Se ²⁻	Se + 2e → Se ²⁻	-0,92
39	S, S ²⁻	S + 2e → S ²⁻	-0,447
40	O ₂ , OH ⁻	$\frac{1}{2}$ O ₂ + H ₂ O + 2e → 2OH ⁻	+0,401
41	I ₂ (тв.), I ⁻	$\frac{1}{2}$ I ₂ + e → I ⁻	+0,536
42	Br ₂ (ж.), Br ⁻	$\frac{1}{2}$ Br ₂ + e → Br ⁻	+1,065
43	Cl ₂ (г.), Cl ⁻	$\frac{1}{2}$ Cl ₂ + e → Cl ⁻	+1,360
44	F ₂ (г.), F ⁻	$\frac{1}{2}$ F ₂ + e → F ⁻	+2,87

Электроды второго рода

45	Ca, Ca(OH) ₂ , OH ⁻	Ca(OH) ₂ + 2e → Ca + 2OH ⁻	-3,02
46	Sr, Sr(OH) ₂ , OH ⁻	Sr(OH) ₂ + 2e → Sr + 2OH ⁻	-2,88
47	Ba, Ba(OH) ₂ , OH ⁻	Ba(OH) ₂ + 2e → Ba + 2OH ⁻	-2,81
48	Mg, Mg(OH) ₂ , OH ⁻	Mg(OH) ₂ + 2e → Mg + 2OH ⁻	-2,69
49	U, UO ₂ , OH ⁻	UO ₂ + 2H ₂ O + 4e → U + 4OH ⁻	-2,39
50	Al, Al(OH) ₃ , OH ⁻	Al(OH) ₃ + 3e → Al + 3OH ⁻	-2,30
51	Mn, Mn(OH) ₂ , OH ⁻	Mn(OH) ₂ + 2e → Mn + 2OH ⁻	-1,55
52	Mn, MnCO ₃ , CO ₃ ²⁻	MnCO ₃ + 2e → Mn + CO ₃ ²⁻	-1,50
53	Cr, Cr(OH) ₃ , OH ⁻	Cr(OH) ₃ + 3e → Cr + 3OH ⁻	-1,48
54	Zn, ZnS, S ²⁻	ZnS + 2e → Zn + S ²⁻	-1,405
55	Zn, Zn(OH) ₂ , OH ⁻	Zn(OH) ₂ + 2e → Zn + 2OH ⁻	-1,245
56	Cd, CdS, S ²⁻	CdS + 2e → Cd + S ²⁻	-1,175

* По Латимеру, φ_{Hg₂²⁺, Hg} = 0,789 в.

№ по пор.	Электрод	Реакция	φ°, в
57	Zn, ZnCO ₃ , CO ₃ ²⁻	ZnCO ₃ + 2e → Zn + CO ₃ ²⁻	-1,06
58	Fe, FeS, S ²⁻	FeS + 2e → Fe + S ²⁻	-0,95
59	Pb, PbS, S ²⁻	PbS + 2e → Pb + S ²⁻	-0,93
60	Cu, Cu ₂ S, S ²⁻	Cu ₂ S + 2e → Cu + S ²⁻	-0,89
61	Fe, Fe(OH) ₂ , OH ⁻	Fe(OH) ₂ + 2e → Fe + 2OH ⁻	-0,877
62	Si, SiO ₂ , H ⁺	SiO ₂ + 4H ⁺ + 4e → Si + 2H ₂ O	-0,857
63	Cd, Cd(OH) ₂ , OH ⁻	Cd(OH) ₂ + 2e → Cd + 2OH ⁻	-0,809
64	Fe, FeCO ₃ , CO ₃ ²⁻	FeCO ₃ + 2e → Fe + CO ₃ ²⁻	-0,756
65	Tl, TlI, I ⁻	TlI + e → Tl + I ⁻	-0,753
66	Cd, CdCO ₃ , CO ₃ ²⁻	CdCO ₃ + 2e → Cd + CO ₃ ²⁻	-0,74
67	Co, Co(OH) ₂ , OH ⁻	Co(OH) ₂ + 2e → Co + 2OH ⁻	-0,73
68	Ni, Ni(OH) ₂ , OH ⁻	Ni(OH) ₂ + 2e → Ni + 2OH ⁻	-0,72
69	Hg, HgS, S ²⁻	HgS + 2e → Hg + S ²⁻	-0,69
70	Ag, Ag ₂ S _(a) , S ²⁻	Ag ₂ S _(a) + 2e → 2Ag + S ²⁻	-0,66
71	Pb, PbO, OH ⁻	PbO + H ₂ O + 2e → Pb + 2OH ⁻	-0,578
72	Tl, TlCl, Cl ⁻	TlCl + e → Tl + Cl ⁻	-0,557
73	Pb, PbCO ₃ , CO ₃ ²⁻	PbCO ₃ + 2e → Pb + CO ₃ ²⁻	-0,506
74	Bi, Bi ₂ O ₃ , OH ⁻	Bi ₂ O ₃ + 3H ₂ O + 3e → 2Bi + 6OH ⁻	-0,46
75	Pb, PbI ₂ , I ⁻	PbI ₂ + 2e → Pb + 2I ⁻	-0,365
76	Pb, PbSO ₄ , SO ₄ ²⁻	PbSO ₄ + 2e → Pb + SO ₄ ²⁻	-0,359
77	Cu, Cu ₂ O, OH ⁻	Cu ₂ O + H ₂ O + 2e → 2Cu + 2OH ⁻	-0,358
78	Tl, TlOH, OH ⁻	TlOH + e → Tl + OH ⁻	-0,345
79	Pb, PbBr ₂ , Br ⁻	PbBr ₂ + 2e → Pb + 2Br ⁻	-0,284
80	Pb, PbCl ₂ , Cl ⁻	PbCl ₂ + 2e → Pb + 2Cl ⁻	-0,268
81	Cu, CuI, I ⁻	CuI + e → Cu + I ⁻	-0,185
82	Ag, AgI, I ⁻	AgI + e → Ag + I ⁻	-0,152
83	Ge, GeO ₂ , H ⁺	GeO ₂ + 4H ⁺ + 4e → Ge + 2H ₂ O	-0,15
84	Hg, Hg ₂ I ₂ , I ⁻	$\frac{1}{2}$ Hg ₂ I ₂ + e → Hg + I ⁻	-0,040
85	Ag, AgCN, CN ⁻	AgCN + e → Ag + CN ⁻	-0,017
86	Ag, AgBr, Br ⁻	AgBr + e → Ag + Br ⁻	+0,071
87	Hg, HgO, OH ⁻	HgO + H ₂ O + 2e → Hg + 2OH ⁻	+0,098
88	Cu, CuCl, Cl ⁻	CuCl + e → Cu + Cl ⁻	+0,137
89	Hg, Hg ₂ Br ₂ , Br ⁻	$\frac{1}{2}$ Hg ₂ Br ₂ + e → Hg + Br ⁻	+0,140
90	Sb, Sb ₂ O ₃ , H ⁺	Sb ₂ O ₃ + 6H ⁺ + 6e → 2Sb + 3H ₂ O	+0,152
91	Ag, AgCl, Cl ⁻	AgCl + e → Ag + Cl ⁻	+0,222
92	Hg, Hg ₂ Cl ₂ , Cl ⁻ *	$\frac{1}{2}$ Hg ₂ Cl ₂ + e → Hg + Cl ⁻	+0,268
93	Ag, Ag ₂ O, OH ⁻	Ag ₂ O + H ₂ O + 2e → 2Ag + 2OH ⁻	+0,345
94	Ag, AgIO ₃ , IO ₃ ⁻	AgIO ₃ + e → Ag + IO ₃ ⁻	+0,354
95	Bi, Bi ₂ O ₃ , H ⁺	Bi ₂ O ₃ + 6H ⁺ + 6e → 2Bi + 3H ₂ O	+0,371

* Потенциалы каломельных электродов:

φ, в

Hg, Hg₂Cl₂, KCl, насыщ. + 0,2415
 Hg, Hg₂Cl₂, KCl, 1,0 н. + 0,2812
 Hg, Hg₂Cl₂, KCl, 0,1 н. + 0,3341

№ по пор.	Электрод	Реакция	φ°, в
96	Ag, Ag ₂ CrO ₄ , CrO ₄ ²⁻	Ag ₂ CrO ₄ + 2e → 2Ag + CrO ₄ ²⁻	+0,464
97	Hg, Hg ₂ SO ₄ , SO ₄ ²⁻	Hg ₂ SO ₄ + 2e → 2Hg + SO ₄ ²⁻	+0,615
98	Ag, AgC ₂ H ₃ O ₂ , C ₂ H ₃ O ₂ ⁻	AgC ₂ H ₃ O ₂ + e → Ag + C ₂ H ₃ O ₂ ⁻	+0,643
99	Ag, Ag ₂ SO ₄ , SO ₄ ²⁻	Ag ₂ SO ₄ + 2e → 2Ag + SO ₄ ²⁻	+0,654

Окислительно-восстановительные электроды

100	SO ₃ ²⁻ , S ₂ O ₄ ²⁻ , OH ⁻ (Pt)	2SO ₃ ²⁻ + 2H ₂ O + 2e → S ₂ O ₄ ²⁻ + 4OH ⁻	-1,12
101	SO ₄ ²⁻ , SO ₃ ²⁻ , OH ⁻ (Pt)	SO ₄ ²⁻ + H ₂ O + 2e → SO ₃ ²⁻ + 2OH ⁻	-0,93
102	H ₂ , OH ⁻ (Pt)	2H ₂ O + 2e → H ₂ + 2OH ⁻	-0,828
103	U ⁴⁺ , U ³⁺ (Pt)	U ⁴⁺ + e → U ³⁺	-0,607
104	SO ₃ ²⁻ , S ₂ O ₃ ²⁻ , OH ⁻ (Pt)	2SO ₃ ²⁻ + 3H ₂ O + 4e → S ₂ O ₃ ²⁻ + 6OH ⁻	-0,58
105	Cr ³⁺ , Cr ²⁺ (Pt)	Cr ³⁺ + e → Cr ²⁺	-0,408
106	H ⁺ , H ₃ PO ₄ , H ₂ PO ₃ (Pt)	H ₃ PO ₄ + 2H ⁺ + 2e → H ₃ PO ₃ + H ₂ O	-0,276
107	V ³⁺ , V ²⁺ (Pt)	V ³⁺ + e → V ²⁺	-0,255
108	H ⁺ , SO ₄ ²⁻ , S ₂ O ₆ ²⁻ (Pt)	2SO ₄ ²⁻ + 4H ⁺ + 2e → S ₂ O ₆ ²⁻ + 2H ₂ O	-0,22
109	H ⁺ , HCOOH, CO ₂ (Pt)	CO ₂ + 2H ⁺ + 2e → HCOOH	-0,199
110	NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , OH ⁻ (Pt)	NO ₃ ⁻ + H ₂ O + 2e → NO ₂ ⁻ + 2OH ⁻	+0,01
111	UO ₂ ²⁺ , UO ₂ ⁺ (Pt)	UO ₂ ²⁺ + e → UO ₂ ⁺	+0,05
112	H ⁺ , HCOOH, HCOH (Pt)	HCOOH + 2H ⁺ + 2e → HCOH + H ₂ O	+0,056
113	S ₄ O ₆ ²⁻ , S ₂ O ₃ ²⁻ (Pt)	S ₄ O ₆ ²⁻ + 2e → 2S ₂ O ₃ ²⁻	+0,08
114	Sn ⁴⁺ , Sn ²⁺ (Pt)	Sn ⁴⁺ + 2e → Sn ²⁺	+0,15
115	Cu ²⁺ , Cu ⁺ (Pt)	Cu ²⁺ + e → Cu ⁺	+0,153
116	ClO ₃ ⁻ , ClO ₂ ⁻ , OH ⁻ (Pt)	ClO ₃ ⁻ + H ₂ O + 2e → ClO ₂ ⁻ + 2OH ⁻	+0,33
117	H ⁺ , UO ₂ ²⁺ , U ⁴⁺ (Pt)	UO ₂ ²⁺ + 4H ⁺ + 2e → U ⁴⁺ + 2H ₂ O	+0,33
118	Fe(CN) ₆ ³⁻ , Fe(CN) ₆ ⁴⁻ (Pt)	Fe(CN) ₆ ³⁻ + e → Fe(CN) ₆ ⁴⁻	+0,36
119	ClO ₄ ⁻ , ClO ₃ ⁻ , OH ⁻ (Pt)	ClO ₄ ⁻ + H ₂ O + 2e → ClO ₃ ⁻ + 2OH ⁻	+0,36
120	H ⁺ , S ₂ O ₃ ²⁻ , H ₂ SO ₃ (Pt)	2H ₂ SO ₃ + 2H ⁺ + 4e → S ₂ O ₃ ²⁻ + 3H ₂ O	+0,400
121	H ⁺ , S ₄ O ₆ ²⁻ , H ₂ SO ₃ (Pt)	4H ₂ SO ₃ + 4H ⁺ + 6e → S ₄ O ₆ ²⁻ + 6H ₂ O	+0,51
122	I ₃ ⁻ , I ⁻ (Pt)	I ₃ ⁻ + 2e → 3I ⁻	+0,536
123	H ⁺ , H ₃ AsO ₄ , HAsO ₂ (Pt)	H ₃ AsO ₄ + 2H ⁺ + 2e → HAsO ₂ + 2H ₂ O	+0,560
124	H ⁺ , S ₂ O ₆ ²⁻ , H ₂ SO ₃ (Pt)	S ₂ O ₆ ²⁻ + 4H ⁺ + 2e → 2H ₂ SO ₃	+0,57
125	MnO ₄ ⁻ , OH ⁻ , MnO ₂ (Pt)	MnO ₄ ⁻ + 2H ₂ O + 3e → MnO ₂ + 4OH ⁻	+0,588
126	H ⁺ , UO ₂ ²⁺ , U ⁴⁺ (Pt)	UO ₂ ²⁺ + 4H ⁺ + e → U ⁴⁺ + 2H ₂ O	+0,62

№ по пор.	Электрод	Реакция	φ° , в
127	ClO_2^- , ClO^- , OH^- (Pt)	$\text{ClO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightarrow \text{ClO}^- + 2\text{OH}^-$	+0,66
128	PtCl_6^{2-} , PtCl_4^{2-} , Cl^- (Pt)	$\text{PtCl}_6^{2-} + 2e \rightarrow \text{PtCl}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$	+0,68
129	H^+ , H_2O_2 , O_2 (Pt)	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$	+0,682
130	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
131	Fe^{3+} , Fe^{2+} (Pt)	$\text{Fe}^{3+} + e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,771
132	ClO^- , Cl^- , OH^- (Pt)	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0,89
133	H^+ , NO_3^- , HNO_2 (Pt)	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,94
134	H^+ , NO_3^- , NO (Pt)	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 4e \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,96
135	Pu^{4+} , Pu^{3+} (Pt)	$\text{Pu}^{4+} + e \rightarrow \text{Pu}^{3+}$	+0,97
136	H^+ , HNO_2 , NO (Pt)	$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + e \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,00
137	H^+ , N_2O_4 , HNO_2 (Pt)	$\text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow 2\text{HNO}_2$	+1,07
138	ClO_2 , ClO_2^- (Pt)	$\text{ClO}_2 + e \rightarrow \text{ClO}_2^-$	+1,16
139	H^+ , ClO_4^- , ClO_3^- (Pt)	$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,19
140	H^+ , IO_3^- , I_2 (Pt)	$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5e \rightarrow \frac{1}{2} \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,195
141	H^+ , ClO_3^- , HClO_2 (Pt)	$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,21
142	H^+ , O_3 (Pt)	$\text{O}_3 + 4\text{H}^+ + 4e \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1,229
143	H^+ , Mn^{2+} , MnO_2 (Pt)	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
144	O_3 , O_2 , OH^- (Pt)	$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1,24
145	Ti^{3+} , Ti^+ (Pt)	$\text{Ti}^{3+} + 2e \rightarrow \text{Ti}^+$	+1,25
146	H^+ , ClO_2 , HClO_2 (Pt)	$\text{ClO}_2 + \text{H}^+ + e \rightarrow \text{HClO}_2$	+1,275
147	H^+ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cr^{3+} (Pt)	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,33
148	H^+ , PbO_2 , Pb^{2+} (Pt)	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,455
149	H^+ , MnO_4^- , Mn^{2+} (Pt)	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
150	Ce^{4+} , Ce^{3+} (Pt)	$\text{Ce}^{4+} + e \rightarrow \text{Ce}^{3+}$	+1,61
151	H^+ , HClO , Cl_2 (Pt)	$\text{HClO} + \text{H}^+ + e \rightarrow \frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,63
152	H^+ , HClO_2 , HClO (Pt)	$\text{HClO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{HClO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,64
153	PbO_2 , H^+ , SO_4^{2-} , 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
154	H^+ , MnO_4^- , MnO_2 (Pt)	$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3e \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,695
155	H^+ , H_2O_2 (Pt)	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1,776
156	Co^{3+} , Co^{2+} (Pt)	$\text{Co}^{3+} + e \rightarrow \text{Co}^{2+}$	+1,81
157	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$, SO_4^{2-} (Pt)	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2e \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$	+2,010
158	OH^- , OH^- (Pt)	$\text{OH}^- + e \rightarrow \text{OH}^-$	+2,02
159	H^+ , O_3 , O_2 (Pt)	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2,07
160	H^+ , O (Pt)	$\text{O} + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	+2,422

62. Диффузионные потенциалы φ_D при 25° С

На поверхности раздела разных электролитов

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

На поверхности раздела одного и того же электролита
различной концентрации

Электролит	c_1	c_2	φ_D , мВ
HCl	0,005 0,005	0,01 0,04	+11,1 +33,3
NaCl	0,005 0,005	0,01 0,04	-3,7 -11,1
KCl	0,005 0,005	0,01 0,04	-0,3 -1,0

63. Температурные коэффициенты электродвижущей силы

Реакция	t , °С	E , в	$\frac{dE}{dT} \cdot 10^4$, в·град $^{-1}$	ΔH°	
				кдж/моль	ккал/моль
$\text{Zn} + 2\text{AgCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2(0,555m) + 2\text{Ag}$	0	1,015	-4,02	-244,3	-52,046
$\text{Pb} + 2\text{AgI} \rightleftharpoons \text{PbI}_2 + 2\text{Ag}$	25	0,21069	-1,38	-48,75	-11,650
$\text{Cd} + 2\text{AgCl} + 2,5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CdCl}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ag}$	25	0,67531	-6,5	-165,4	-39,530
$\text{Cd} + \text{PbCl}_2 + 2,5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CdCl}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O} + \text{Pb}$	25	0,18801	-4,8	-61,31	-14,650
$\text{Pb} + \text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2(\text{насыщ.}) \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2(0,555m) + \text{Cu}$	0	0,4764	+3,85	-73,34	-17,530

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

$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{2,303RT}{F}, \text{ в}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{2,303RT}{F}, \text{ в}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{2,303RT}{F}, \text{ в}$
0	0,0542	22	0,0586	45	0,0631
5	0,0552	23	0,0588	50	0,0641
10	0,0562	24	0,0590	60	0,0661
15	0,0572	25	0,0592	70	0,0681
18	0,0578	30	0,0601	80	0,0701
19	0,0580	35	0,0611	90	0,0721
20	0,0582	40	0,0621	100	0,0740
21	0,0584				

65. Работа выхода электронов W

Вещество	$W \cdot 10^{-5}$ дж·мол ⁻¹	$W, \text{ эв}$	Вещество	$W \cdot 10^{-5}$ дж·мол ⁻¹	$W, \text{ эв}$
Ag	4,54	4,70	Mg	3,54	3,67
Al	4,05	4,20	Mn	3,80	3,95
Ba	0,50	0,52	Mo	4,05	4,20
Be	3,78	3,92	Na	2,20	2,28
Bi	4,18	4,34	Ni	4,83	5,01
C (графит)	4,64	4,81	Pb	3,90	4,05
Ca	3,08	3,20	Pd	4,80	4,98
Cd	3,87	4,04	Pt	5,35	5,55
Co	4,25	4,40	Sb	4,40	4,56
Cr	4,44	4,60	Si	3,5—4,5	3,6—4,7
Cs	1,87	1,94	Sn	4,3	4,5
Cu	4,20	4,36	Ti	3,5—4,3	4,1—4,5
Fe	4,55	4,71	Tl	3,6—3,9	3,7—4,0
Hg	4,35	4,52	U	3,2—4,1	3,3—4,3
K	2,17	2,25	V	4,38	4,54
Li	2,40	2,49	Zn	4,12	4,27

66. Потенциалы нулевого заряда (нулевые точки) $\Phi_{\text{нз}}$

Обозначения: ХКР — по Хейфецу, Краснову Ротвицкому; Б — по Бокию.

Металл	$\Phi_{\text{нз}}, \text{ в}$		Металл	$\Phi_{\text{нз}}, \text{ в}$		Металл	$\Phi_{\text{нз}}, \text{ в}$
	ХКР	Б		ХКР	Б		ХКР
Ag	0,05, —0,70	—0,70	Cu	0,00	0,03	Sb	—0,20
Al	—	—0,19	Fe	—0,35	—0,37	Sn	—0,40
Au	0,20	—0,23	Hg	—0,20	—	Ta	—0,70
Bi	—0,35	—0,36	Mo	—0,30	—	Ti	—0,70
C (графит)	—0,06	—	Ni	—0,25	—	Tl	—0,70
Cd	—0,72	—0,92	Pb	—0,65	—0,69	W	—0,25
Co	—0,30	—0,32	Pd	0,10	—	Zn	—0,60
Cr	—0,45	—	Pt	0,15	0,41		

67. Токи обмена i

Обозначения: i_0 — при равновесном, i_0^0 — при стандартном потенциале, z — число электронов.

Система	Электрод	Среда	$t, ^\circ\text{C}$	$i_0, \text{a} \cdot \text{см}^{-2}$	$i_0^0, \text{a} \cdot \text{см}^{-2}$	Коэффициент обмена β
Ag^+, Ag	Ag	10 г AgNO_3 в 100 см^3 H_2O $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$	Комн. 25	$1,1 \cdot 10^{-2}$ —	— $2,8 \cdot 10^{-3}$	— 0,5
$\text{Cd}^{2+}, \text{Cd}$	Cd	15 г CdSO_4 в 100 см^3 H_2O CdSO_4	Комн. 25	$1,4 \cdot 10^{-2}$ —	— $2 \cdot 10^{-2}$	0,5 0,5
$\text{Co}^{2+}, \text{Co}$	Co	0,1 н.—2,0 н. CoCl_2 CoSO_4	Комн. 25	$8 \cdot 10^{-7}$ —	— $1,3 \cdot 10^{-8}$	0,5 0,3
$\text{Cu}^{2+}, \text{Cu}$	Cu	2,0 н. CuSO_4	Комн.	$2 \cdot 10^{-5}$	—	—
		1 м CuSO_4	»	$2 \cdot 10^{-5}$	—	0,5
		0,001 м $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	20	10^{-9}	—	$\beta_z = 0,22$
		0,01 м $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	20	10^{-11}	—	$\beta_z = 0,55$
		0,1 м $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ CuSO_4	20 25	10^{-10} —	— $5 \cdot 10^{-2}$	$\beta_z = 0,76$ 0,25
$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}$	Fe	2,0 н. FeSO_4	Комн.	10^{-8}	—	—
		1,0 м FeSO_4	»	10^{-8}	—	0,5
		FeSO_4	25	—	$5 \cdot 10^{-5}$	0,5
$\text{Hg}_2^{2+}, \text{Hg}$	Hg	$2 \cdot 10^{-3}$ н. $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ в 2,0 н. HClO_4 2,0 н. $\text{Hg}_2(\text{ClO}_4)_2$	Комн. 25	$5 \cdot 10^{-1}$ —	— 15	— 0,3
$\text{Ni}^{2+}, \text{Ni}$	Ni	0,1 н. NiSO_4 в 2,0 н. H_2SO_4 (pH = 0,0)	Комн.	$8,3 \cdot 10^{-10}$	—	0,35—0,40
		0,5 м NiSO_4 в ацетатном буферном растворе (pH = 6,7)	20	10^{-5}	—	$\beta_z = 0,56$
		1,0 м NiSO_4	Комн.	$2 \cdot 10^{-9}$	—	—

Система	Электрод	Среда	$t, ^\circ\text{C}$	$i_0, \text{a} \cdot \text{см}^{-2}$	$i_0^\circ, \text{a} \cdot \text{см}^{-2}$	Коэффициент обмена β
$\text{Pb}^{2+}, \text{Pb}$	Pb	$2 \cdot 10^{-3}$ н. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ в 1,0 н. KNO_3	Комн.	10^{-1}	—	—
$\text{Zn}^{2+}, \text{Zn}$	Zn	$2 \cdot 10^{-3}$ н. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ в 1,0 н. KNO_3	»	$7 \cdot 10^{-4}$	—	—
		1 м ZnSO_4	»	$2 \cdot 10^{-5}$	—	0,5
		2 н. ZnSO_4	25	$2 \cdot 10^{-5}$	—	—
$\text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+}$	Pt	H_2SO_4	25	—	$4 \cdot 10^{-5}$	—
$\text{Cr}^{3+}, \text{Cr}^{2+}$	Hg	KCl	25	—	$1 \cdot 10^{-6}$	—
$\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$	Ir	H_2SO_4	25	—	$1,58 \cdot 10^{-3}$	—
	Pd	H_2SO_4	25	—	$6,3 \cdot 10^{-3}$	—
	Pt	H_2SO_4	25	—	$2,5 \cdot 10^{-3}$	—
	Rh	H_2SO_4	25	—	$1,74 \cdot 10^{-3}$	—
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}, \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	C (графит)	H_2SO_4	20	$5,8 \cdot 10^{-1}$	—	0,5
H^+, H_2	Au	H_2SO_4	25	—	$2,5 \cdot 10^{-4}$	—
	Cu	0,1 н. H_2SO_4	25	—	$8 \cdot 10^{-2}$	0,5
	Cu	0,1 н. H_2SO_4	20	—	$2,4 \cdot 10^{-2}$	0,5
	Hg	0,1 н. H_2SO_4	25	—	$7,95 \cdot 10^{-13}$	—
	Hg	1,0 н. H_2SO_4	Комн.	$5 \cdot 10^{-13}$	—	—
	Ni	H_2SO_4	25	—	$6,3 \cdot 10^{-6}$	—
	Pb	H_2SO_4	25	—	$5 \cdot 10^{-12}$	—
	Pt	H_2SO_4	25	—	$7,95 \cdot 10^{-4}$	—
	Pt	0,2 н. H_2SO_4	Комн.	$5 \cdot 10^{-3}$	—	—
	W	H_2SO_4	25	—	$1,26 \cdot 10^{-6}$	—

68. Перенапряжение выделения водорода η Константы a и b (в вольтах) уравнения Тафеля в области плотностей тока i от 10^{-2} до 10^{-6} $\text{a} \cdot \text{см}^{-2}$ при $t = 20^\circ \text{C}$.

Металл	Электролит	Опытные данные		Принятое значение a		
		a	b	Кислые среды	Щелочные среды	
Ag	1 н. HCl 1 н.—2 н. H ₂ SO ₄ —	0,81—0,95 0,60—0,95 —	0,11—0,12 0,11—0,12 —	0,95 0,65 —	0,73 0,64 ($b=0,14$)	
Al	—	—	—	1,00 ($b = 0,10$)		
Au	1 н.—2 н. H ₂ SO ₄ 1 н. HCl	0,62 0,61	0,11—0,12 0,11	0,62	1,05 ($b=0,16$)	
Bi	0,9 н.—1 н. HCl 0,9 н. H ₂ SO ₄ 0,9 н. HClO ₄	1,0—1,11 1,05 1,04	0,11—0,12 0,10 0,10			1,05
Cd	0,5 н.—1,3 н. H ₂ SO ₄ —	1,45 —	0,12—0,13 —	1,45 —		
Cr	1,3 н. HCl; 2 н. H ₂ SO ₄	0,80	0,13—0,11	0,80		
Cu	1 н.—2 н. H ₂ SO ₄ 1 н. HCl 0,005 н.—0,15 н. NaOH	0,77—0,87 0,78 0,69—0,89	0,10—0,13 0,12 0,14—0,12	0,80 —		0,73
Fe	1 н.—2 н. H ₂ SO ₄ 0,5 н.—1 н. HCl 0,01 н.—0,1 н. NaOH 4,8 н.—10,5 н. KOH	0,60—0,80 0,66—0,70 0,73—0,78 0,35—0,34	0,12 0,13—0,12 0,12 0,07	0,70 — —		0,76 0,35
Hg	1 н.—2 н. H ₂ SO ₄ 1 н. HCl 0,1 н.—0,2 н. LiOH 0,1 н.—0,2 н. NaOH 0,002 н.—0,1 н. KOH 0,01 н.—0,02 н. Ba(OH) ₂	1,35—1,41 1,36—1,40 1,60—1,54 1,46—1,40 1,68—1,43 1,17—1,22	0,11—0,12 0,11—0,12 0,10 0,10 0,09 0,04—0,06	1,40 — —		1,50 1,20

Металл	Электролит	Опытные данные		Принятое значение a	
		a	b	Кислые среды	Щелочные среды
Ni	1 н.—2 н. H_2SO_4	0,49—0,65	0,09—0,12	0,62	0,65
	1 н. HCl	0,71	0,12		
	1 н. $HClO_4$	0,71	0,12		
	0,001 н.—0,1 н. NaOH	0,72—0,65	0,10		
Pb	0,1 н.—20 н. H_2SO_4	1,53—1,41	0,12—0,14	1,50	1,36 ($b=0,25$)
	0,1 н.—10 н. HCl	1,57—1,19	0,12		
	1 н.—8,5 н. HBr	1,47—1,28	0,12—0,14		
	1 н.—11,6 н. $HClO_4$	1,54—1,45	0,12—0,13		
Pd	—	—	—	—	1,36 ($b=0,25$)
	1 н. HCl; 2 н. H_2SO_4	0,38	0,11—0,12	0,38	0,53
Pt	—	—	—	—	
	1 н.—2 н. H_2SO_4	0,1—0,46	0,10—0,13	0,23	0,31
Sn	0,5 н. HCl	0,07	0,03	0,10	
	—	—	—	—	1,28 ($b=0,23$)
Sb	2 н. H_2SO_4	0,93—1,24	0,10—0,13	1,22	
	—	—	—	—	0,83
Ta	2 н. H_2SO_4	0,90—0,93	0,10	0,93	
	1 н. H_2SO_4	0,84—1,17	0,12—0,13	1,00	0,83
Ti	1 н. HCl	0,98	0,14		
	2 н. H_2SO_4	0,91—0,97	0,12—0,13	0,97	0,83
Ti	—	—	—	—	
	1,6 н. H_2SO_4	1,55	0,14	1,45	0,83
W	1 н. HCl	1,28	0,13		
	0,5 н.—2 н. H_2SO_4	0,68—0,46	0,10—0,12	0,60	1,20
Zn	0,5 н.—1 н. HCl	0,68—0,54	0,10—0,09		
	2 н. H_2SO_4	1,24—1,37	0,12	1,28	1,20
	1 н. HCl	1,20	0,12		
—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	

69. Парахоры P атомов и связей

Атом или группа	$P \cdot 10^{-6}$ $\text{дж}^2/\text{г} \cdot \text{м}^2/\text{з}$	P $\text{эрг}^2/\text{г} \cdot \text{см}^2/\text{з}$	Атом или группа	$P \cdot 10^{-6}$ $\text{дж}^2/\text{г} \cdot \text{м}^2/\text{з}$	P $\text{эрг}^2/\text{г} \cdot \text{см}^2/\text{з}$
Азот	98,4	17,5	Кремний	174,3	31
Бор	120,9	21,5	Мышьяк	303,7	54
Бром	382,4	68	Олово	362,7	64,5
Водород при угле- роде	87,2	15,5	Ртуть	388,1	69
Водород при кисло- роде	56,2	10,0	Селен	354,3	63
Водород при азоте	70,3	12,5	Серя	276,1	49,1
Иод	507,8	90,3	Сурьма	382,4	68
Кислород	111,3	19,8	Углерод	50,6	9,0
Кислород в переки- сах	119,8	21,3	CH_3 -группа	225,0	40
			Фосфор	227,8	40,5
			Фтор	146,8	26,1
			Хлор	310,4	55,2

Инкременты связей

Связь	$P \cdot 10^{-6}$ $\text{дж}^2/\text{г} \cdot \text{м}^2/\text{з}$	P $\text{эрг}^2/\text{г} \cdot \text{см}^2/\text{з}$	Связь	$P \cdot 10^{-6}$ $\text{дж}^2/\text{г} \cdot \text{м}^2/\text{з}$	P $\text{эрг}^2/\text{г} \cdot \text{см}^2/\text{з}$
Двойная гомеопо- лярная	106,9	19	Четырехчленный цикл	33,7	6,0
Тройная	213,7	38	Пятичленный цикл	16,9	3,0
Ноиная	-9,0	-1,6	Шестичленный цикл	4,5	0,8
Трехчленный цикл	70,3	12,5	Семичленный цикл	-22,5	-4,0

70. Атомные рефракции

Для пересчета атомных рефракций в $\text{м}^2/\text{г} \cdot \text{ат}$ надо числа, стоящие в таблице, умножить на 10^6 .

Атом	R_D $\text{см}^2/\text{г} \cdot \text{ат}$	Атом	R_D $\text{см}^2/\text{г} \cdot \text{ат}$
Азот:		Нитрогруппа в нитроари- лах	7,30
первичные алифати- ческие амины	2,322	Бром	8,865
вторичные алифати- ческие амины	2,502	Водород	1,100
третичные алифати- ческие амины	2,840	Иод	13,900
первичные аромати- ческие амины	3,213	Кислород гидроксильный	1,525
нитрилы	3,118	Кислород карбонильный	2,211
имиды	3,776	Кислород эфирный	1,643
в аммиаке	2,48	Сера в R-SH	7,69
Нитрогруппа в алкил- нитратах	7,59	Углерод	2,418
		CH_3 -группа	4,618
		Фтор	0,997
		Хлор	5,967
		Хлор при карбониле	6,336

Инкременты связей

Связь	R_D $\text{см}^2/\text{г} \cdot \text{ат}$	Связь	R_D $\text{см}^2/\text{г} \cdot \text{ат}$
Двойная связь	1,733	Четырехчленный цикл	0,46
Тройная связь	2,398	Циклы C_6+C_{12}	-0,55
Трехчленный цикл	0,71		

71. Рефракции водных растворов солей и ионов (для света с бесконечной длиной волны)

Парциальные молярные рефракции водных растворов солей
(по Гейдвеллеру) R_0 , $\text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$

В скобках приведены R_D кристаллов. Для перевода $\text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$ в $\text{м}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$ надо числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-6} .

Ион	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	OH^-	NO_3^-
H^+	—	8,22	11,56	17,61	—	—
Li^+	—	8,42	11,73	17,66	4,60	10,27
	(2,34)	(7,59)	(10,56)	(15,98)	—	—
Na^+	—	8,88	12,33	18,24	5,23	10,84
	(3,02)	(8,52)	(11,56)	(17,07)	—	—
K^+	4,88	10,93	14,40	20,32	7,25	12,84
	(5,16)	(10,85)	(13,98)	(19,75)	—	—
Rb^+	6,33	12,40	15,71	21,58	8,49	14,40
	(6,74)	(12,55)	(15,78)	(21,71)	—	—
Cs^+	—	14,92	18,35	—	—	16,91
	(9,51)	(15,25)	(18,46)	(24,27)	—	—

Ионные рефракции R_0 , $\text{см}^3 \cdot \text{г-ион}^{-1}$
(Г — по Гейдвеллеру, П — по Полингу)

Ион	Г	П	Ион	Г	П
H^+	-0,09	0	Ba^{2+}	5,00	3,94
Li^+	+0,12	0,074	Zn^{2+}	1,24	0,72
Na^+	0,65	0,457	Cd^{2+}	3,26	2,74
K^+	2,71	2,12	Hg^{2+}	3,66	3,14
Rb^+	4,10	3,57	F^-	2,17	2,65
Cs^+	6,71	6,15	Cl^-	8,22	9,30
NH_4^+	4,65	—	Br^-	11,60	12,12
Ag^+	4,87	4,33	I^-	17,53	18,07
Be^{2+}	-0,62	0,20	OH^-	4,42	—
Mg^{2+}	-0,60	0,238	ClO_3^-	12,16	—
Ca^{2+}	+1,60	1,19	NO_3^-	10,10	—

72. Дипольные моменты некоторых молекул в газообразном состоянии

Молекула	$\mu \cdot 10^{18}$, к.м	μ , D	Молекула	$\mu \cdot 10^{18}$, к.м	μ , D	Молекула	$\mu \cdot 10^{18}$, к.м	μ , D
H_2	0	0	CO_2	0	0	CH_4	0	0
N_2	0	0	H_2O	0,610	1,83	CH_3Cl	0,657	1,97
CO	0,033	0,10	H_2S	0,340	1,02	CH_2Cl_2	0,530	1,59
HBr	0,027	0,80	NO_2	0,097	0,29	CHCl_3	0,32	0,95
HCl	0,347	1,04	SO_2	0,53	1,6	CCl_4	0	0
HF	0,640	1,92	NH_3	0,494	1,48	C_2H_6	0	0
HI	0,127	0,38	PH_3	0,183	0,55	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	0,33	0,99
NO	0,023	0,07	SO_3	0	0			

73. Дипольные моменты групп в различных молекулах

Θ — угол между направлением результирующего момента группы и направлением связи этой группы с атомом углерода. В тех случаях, когда два заместителя лежат в плоскости бензольного кольца, дипольные моменты орто-, мета- и пара-соединений (μ_o , μ_m и μ_p) можно приближенно определить из моментов групп (μ_1 и μ_2) с помощью выражений:

$$\mu_o^2 = \mu_1^2 + \mu_1\mu_2 + \mu_2^2; \mu_m^2 = \mu_1^2 - \mu_1\mu_2 + \mu_2^2; \mu_p = \mu_1 - \mu_2 \text{ и } \mu_o = \sqrt{3} \mu_m.$$

	CH ₃				C ₂ H ₅				C ₃ H ₇				C ₄ H ₉				C ₆ H ₅				Угол θ
	μ · 10 ¹⁸ , к · м		μ, D *		μ · 10 ¹⁸ , к · м		μ, D *		μ · 10 ¹⁸ , к · м		μ, D *		μ · 10 ¹⁸ , к · м		μ, D *		μ · 10 ¹⁸ , к · м		μ, D *		
	газ	рас- твор	газ	рас- твор	газ	рас- твор	газ	рас- твор	газ	рас- твор	газ	рас- твор	газ	рас- твор	газ	рас- твор	газ	рас- твор	газ	рас- твор	
CH ₃	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0,12	0,13	0,36	0,4	180
CHO	0,91	0,83	2,72	2,5	0,91	0,83	2,73	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	(1,03)	0,93	(3,1)	2,8	58
CN	1,31	—	3,94	—	1,34	—	4,04	—	1,37	—	4,05	—	1,36	—	4,09	—	—	1,31	—	3,93	—
COOH	0,58	0,53	1,73	1,6	0,58	0,57	1,73	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,57	—	1,7	74
COOCH ₃	0,56	0,584	1,67	1,75	0,59	0,63	1,76	1,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,63	—	1,9	70
NH ₂	0,41	—	1,23	—	0,40	0,46	1,2	1,38	—	—	—	—	—	—	—	—	0,49	0,51	1,48	1,53	—
NO ₂	1,17	1,0	3,50	3,1	1,23	1,1	3,68	3,3	1,19	—	3,57	—	1,18	—	3,55	—	1,4	1,33	4,21	3,98	0
OCH ₃	0,43	—	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,42	1,35	1,25	55
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	—	0,47	0,53	1,4	1,6	62
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	—	0,58	0,51	1,75	1,52	0
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	—	0,57	0,52	1,72	1,55	0
F	0,60	—	1,81	—	0,64	—	1,92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,52	0,48	1,57	1,43	0
I	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

* $1D = 10^{-18}$ эл.·ст. ед.·см.

74. Дипольный момент молекул, диэлектрическая проницаемость и поляризация жидкостей

Для пересчета поляризации P в $\text{м}^2/\text{моль}$ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-6} .

Вещество	Вода			Хлороформ			Четыреххлористый углерод			Этиловый спирт			Ацетон		
$\mu \cdot 10^{29}, \text{к.м.}$	0,61			0,39			0			0,55			0,90		
μ, D^*	1,84			1,18			0			1,67			2,71		
$t, ^\circ\text{C}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$
0	777,5	87,83	—	45,95	5,19	51,1	—	—	—	246,8	27,88	74,3	206,3	23,3	184
10	742,3	83,86	—	44,27	5,00	50,0	—	—	—	233,7	26,41	72,2	199,2	22,5	178
20	708,9	80,08	—	42,58	4,81	49,7	19,83	2,24	—	221,3	25,00	70,2	189,5	21,4	173
25	692,8	78,25	—	41,78	4,72	47,5	19,74	2,23	28,2	214,7	24,25	69,2	185,0	20,9	170
30	677,0	76,47	—	41,08	4,64	48,8	—	—	—	208,3	23,52	68,3	181,5	20,5	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			Бромбензол			Хлорбензол			Нитробензол		
$\mu \cdot 10^{29}, \text{к.м.}$	0,41			0			0,51			0,52			1,31		
μ, D^*	1,22			0			1,53			1,57			3,93		
$t, ^\circ\text{C}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$	$\epsilon \epsilon_0 \cdot 10^{12}, \text{ф/м}$	ϵ	$P_\infty, \text{см}^3/\text{моль}$
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	5,5	105,5	—	—	—	335,2	37,85	365
20	38,78	4,38	55,0	20,27	2,29	—	47,80	5,4	103,3	50,01	5,65	81,5	318,5	35,97	354
25	37,80	4,27	54,5	20,09	2,27	26,6	—	—	—	49,84	5,63	82,0	—	—	348
30	36,74	4,15	54,0	20,01	2,26	—	46,92	5,3	100,2	—	—	—	293,9	33,97	339
40	—	—	—	19,92	2,25	—	45,15	5,1	97,6	47,54	5,37	77,8	285,6	32,26	320
50	—	—	—	19,65	2,22	—	44,27	5,0	95,4	46,30	5,23	76,8	270,1	30,5	316

* $1D = 10^{-18}$ эд.ст. эд.ст.

75. Энергия (потенциал) ионизации для разных ступеней ионизации

Порядковый номер по периодической таблице	Элемент	I		II		III		IV	
		$I \cdot 10^{-5}$, дж/г-ат	I , эв	$I \cdot 10^{-5}$, дж/г-ат	I , эв	$I \cdot 10^{-5}$, дж/г-ат	I , эв	$I \cdot 10^{-5}$, дж/г-ат	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
28	Ni	7,36	7,63	17,55	18,15	34,92	36,16	—	—
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	I	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)
82	Pb	7,16	7,41	14,52	15,03	30,82	31,93	—	—
86	Rn	10,37	10,75	(19)	(20)	(29)	(30)	(42)	(44)

76. Средство атомов к электрону E

Порядковый номер по периодической таблице	Элемент	$E \cdot 10^{-5}$, дж/моль	E , эв	Порядковый номер по периодической таблице	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	I	-3,17	-3,29

77. 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 ₃	15,0±0,5	15,5±0,5	-2,09	-2,17
Br ₂	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 ₂	11,41±0,05	11,82±0,05	0,92	0,95
CH ₃	9,51±0,02	9,86±0,02	-1,04	-1,08
CH ₄	12,54±0,01	12,99±0,01	—	—
C ₂ H ₂	11,00±0,03	11,40±0,03	—	—
C ₂ H ₄	10,14±0,11	10,51±0,11	1,75	1,81
C ₂ H ₆	11,24	11,65	—	—
C ₂ H ₈	8,92±0,01	9,24±0,01	0,52	0,54
CCl ₃	8,47±0,05	8,78±0,05	-2,03	-2,10
CCl ₄	11,07±0,01	11,47±0,01	—	—
CO	13,52±0,01	14,01±0,01	—	—
CO ₂	13,31±0,01	13,79±0,01	~(-3,7)	~(-3,8)
CN	-14,60	15,13	-3,6	-3,7
CS ₂	9,73±0,01	10,08±0,01	—	—
Cl ₂	11,08±0,01	11,48±0,01	-1,64	-1,70
F ₂	15,28±0,05	15,83±0,05	—	—
H ₂	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	—	—
HI	10,07±0,04	10,44±0,04	—	—
H ₂ O	12,16±0,01	12,60±0,01	-0,87	-0,9
H ₂ O ₂	10,54±0,05	10,92±0,05	—	—
H ₂ S	10,09±0,01	10,46±0,01	—	—
I ₂	9,02±0,03	9,35±0,03	-2,32	-2,4
N ₂	15,03±0,02	15,58±0,02	—	—
NH ₃	11,0±0,1	11,4±0,1	-1,17	-1,21
NH ₄	10,04±0,02	10,40±0,02	—	—
NO	8,93±0,02	9,25±0,02	<0	<0
N ₂ O	12,45±0,01	12,90±0,01	—	—
NO ₂	9,56	9,91	-1,56	-1,62
NO ₃	—	—	-3,74	-3,88
O ₂	11,66±0,01	12,08±0,01	-0,84	-0,87
O ₃	~11,3	~11,7	-2,79	-2,89
OH	12,7±0,1	13,18±0,1	-2,08	-2,16
P ₂	11,4±0,5	11,8±0,5	—	—
S ₂	8,0±0,2	8,3±0,2	—	—
SH	—	—	-2,51	-2,60
SO	—	—	—	—
SO ₂	—	—	-(1,06÷1,74)	-(1,1÷1,8)
SiH ₄	11,91±0,02	12,34±0,02	-(1,06÷2,7)	-(1,1÷2,8)
SiO ₂	11,8±0,3	12,2±0,3	—	—
	11,3±0,5	11,7±0,5	—	—

78. Радиусы атомов и ионов

Обозначения: МХ — по Мелани-Хьюзу, Г — по Гольдшмидту, П — по Полингу (Паулингу), Ии — в кристаллах у ионов с оболочкой инертных газов, Б — по Бокию.
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 нм нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-10} .

Элемент	Радиус атома, Å			Заряд иона	Радиус иона, Å				
	МХ	П	Б		МХ	Г	П	Ии	Б
Ag	1,445	1,53	1,44	+1	1,011	1,13	1,26	1,26	1,13
Al	1,432	1,26	1,43	+3	0,55	0,57	0,50	0,72	0,57
As	1,248	1,21	1,48	+5	—	—	0,47	0,71	(0,47)
				+3	—	0,69	—	—	0,69
Au	1,442	1,50	1,44	+1	—	—	1,37	1,37	(1,37)
B	(0,795)	0,89	0,91	+3	(0,20)	—	0,20	0,35	(0,20)
Ba	2,174	—	2,21	+2	1,395	1,43	1,35	1,53	1,38
Be	1,113	1,07	1,13	+2	0,314	0,34	0,31	0,44	0,34
Bi	1,548	1,51	1,82	+5	—	—	0,74	0,98	(0,74)
				+3	1,20	—	—	—	1,20
Br	1,415	1,14	—	+7	—	—	0,39	0,62	(0,39)
				-1	1,973	—	1,95	1,95	1,96
C	0,771	0,77	0,77	+4	0,195	0,2	0,15	0,29	0,2
Ca	1,974	—	1,97	+2	1,051	1,06	0,99	1,18	1,04
Cd	1,490	1,48	1,56	+2	0,99	1,03	0,97	1,14	0,99
Cl	0,994	0,99	—	+7	—	—	0,26	0,49	(0,26)
				-1	1,811	1,81	1,81	1,81	1,81
Co	1,253	1,25	1,25	+3	0,65	0,64	—	—	0,64
				+2	0,78	0,82	0,72	—	0,78
Cr	1,249	1,25	1,27	+6	—	~0,35	0,52	0,81	0,35
				+3	0,65	—	—	—	0,64
				+2	—	—	0,54	—	0,83
Cs	2,655	—	2,68	+1	1,678	1,65	—	1,69	1,65
Cu	1,278	1,35	1,28	+1	0,47	—	0,96	0,96	0,98
				+2	—	1,01	—	—	0,80
F	0,709	0,64	—	+7	—	—	—	0,19	—
				-1	1,294	—	1,33	1,36	1,33
Fe	1,241	—	1,26	+3	0,67	0,67	—	—	0,67
				+2	0,80	0,83	0,75	—	0,80
H	0,3707	0,31	0,46	-1	—	1,54	2,08	2,08	1,36
Hg	1,503	1,48	1,60	+2	0,66	1,12	1,10	1,25	1,12
I	1,333	1,33	—	+7	—	—	0,50	0,77	(0,50)
				-1	2,228	2,20	2,16	2,16	2,20
K	2,272	—	2,36	+1	1,341	1,33	1,33	1,33	1,33
La	1,870	—	1,87	+3	1,14	1,22	1,15	1,39	1,04
Li	1,520	1,34	1,55	+1	0,758	0,78	0,60	0,60	0,68
Mg	1,599	1,40	1,60	+2	0,780	0,78	0,65	0,82	0,74

Элемент	Радиус атома, Å			Заряд иона	Радиус иона, Å				
	МХ	П	Б		МХ	Г	П	Ин	Б
Mn	1,366	—	1,30	+7 +4 +2	— 0,52 0,83	— 0,52 0,91	0,46 0,50 0,80	0,75 — —	(0,46) 0,52 0,91
Mo	1,363	1,40	1,39	+6 +4	— 0,68	— 0,68	0,62 0,66	0,93 —	0,65 0,68
N	0,547	0,70	0,71	—3 +1	— 1,012	— 0,98	— 0,95	— 0,95	— —
Na	1,858	1,54	1,89	+1	—	—	—	1,42	—
NH ₄	—	—	—	+1	—	—	—	—	—
Ni	1,246	1,24	1,24	+2	0,74	0,78	0,69	—	0,74
O	0,6037	0,66	—	+6 —2	— —	— —	0,09 1,40	0,22 1,76	— 1,36
P	0,947	1,10	1,3	+5	0,66	0,35	0,34	0,59	0,35
Pb	1,750	1,46	1,75	+4 +2	0,70 1,28	0,84 1,32	0,84 1,21	0,84 —	0,86 1,25
Pd	—	1,37	1,37	—4	—	—	—	—	0,64
Pt	1,388	1,38	1,38	+4	0,55	—	—	—	0,64
Rb	2,475	—	2,48	+1	1,488	1,49	1,48	1,48	1,49
S	1,02	1,04	—	—2	1,786	1,74	1,84	2,19	1,82
Sb	1,45	1,41	1,61	+5 +3	— —	— 0,90	0,62 —	0,89 —	0,62 0,90
Si	1,176	1,17	1,34	+4	(0,40)	0,39	0,41	0,65	0,39
Sn	1,405	1,40	1,58	+4	0,65	0,74	0,71	0,96	0,67
Sr	2,151	—	2,15	+2	1,175	1,27	1,13	1,32	1,20
Ti	1,44	—	1,46	+4	0,60	0,64	0,68	0,96	0,64
Zn	1,333	1,31	1,39	+2	0,566	0,83	0,74	0,88	0,83

79. Радиусы некоторых многоатомных ионов в растворах

Для пересчета значений радиусов в м нужно числа, стоящие в таблице, 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 ₃ O ⁺	1,35	MnO ₄ ⁻	2,40 *	SCN ⁻	1,95 *
CN ⁻	1,92	NH ₄ ⁺	1,43	SH ⁻	2,00
ClO ₄ ⁻	2,36	NO ₃ ⁻	1,89	SO ₄ ²⁻	2,30 *
HCOO ⁻	1,58 *	OH ⁻	1,53		

80. 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: $L = \sum l$, $J = \sum j$, $M = \sum m_l$, при $l = 0, 1, 2, 3, 4$ символы термов, соответственно, S, P, D, F, G . Высшая мультиплетность на единицу больше максимальной химической валентности.

Для двухатомных молекул характерной величиной является проекция Λ орбитального момента количества движения электронов на ось молекулы. При $\Lambda = 0, 1, 2$ символы термов, соответственно, Σ, Π, Δ .

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, выражающее мультиплетность, приписывают слева от символа терма, навстречу.

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

82. Нормированные волновые функции водородоподобных атомов

$$\rho = \frac{r}{a_0}; \quad a_0 = \frac{\hbar^2}{me^2}$$

n	l	m	Ψ
1	0	0	$\Psi_{1s} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{z}{a_0} \right)^{3/2} e^{-\rho}$
2	0	0	$\Psi_{2s} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{z}{a_0} \right)^{3/2} (2 - \rho) e^{-\rho/2}$
2	1	0	$\Psi_{2p_z} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{z}{a_0} \right)^{3/2} \rho e^{-\rho/2} \cos \vartheta$
2	1	± 1	$\Psi_{2p_x} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{z}{a_0} \right)^{3/2} \rho e^{-\rho/2} \sin \vartheta \cos \varphi$ $\Psi_{2p_y} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{z}{a_0} \right)^{3/2} \rho e^{-\rho/2} \sin \vartheta \sin \varphi$
3	0	0	$\Psi_{3s} = \frac{2}{81\sqrt{3\pi}} \left(\frac{z}{a_0} \right)^{3/2} (27 - 18\rho + 2\rho^2) e^{-\rho/3}$

83. Электронно-колебательно-вращательный спектр HCl

Для пересчета волновых чисел ω в см^{-1} нужно числа, стоящие в таблицах, умножить на 10^3 .

Вращательные полосы

j	$\lambda, \text{мк}$	$\omega, \text{см}^{-1}$
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

$v-v'$	$\lambda, \text{мк}$	$\omega, \text{см}^{-1}$
0-1	3,46	2885,9
0-2	1,76	5668,0
0-3	1,190	8347
0-4	0,916	10922

$$\omega = 20,794 (j+1) - 0,00164 (j+1)^2$$

Волновые числа ω (в см^{-1}) тонкой структуры
вращательно-колебательных полос

j	HCl ^{2s}				HCl ^{2r}			
	$\lambda = 3,46 \text{ мк}$		$\lambda = 1,76 \text{ мк}$		$\lambda = 3,46 \text{ мк}$		$\lambda = 1,76 \text{ мк}$	
	$P(j)$	$R(j)$	$P(j)$	$R(j)$	$P(j)$	$R(j)$	$P(j)$	$R(j)$
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	—	—	—

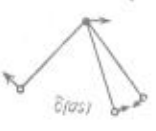
84. Строение и константы многоатомных молекул в газобразном состоянии

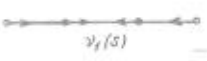
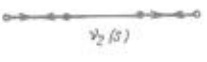
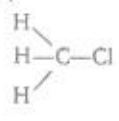
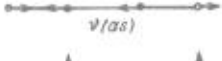
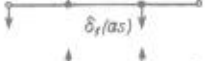
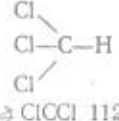
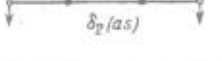
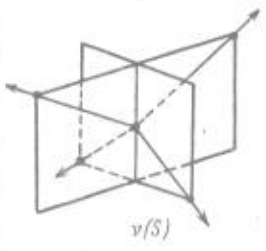
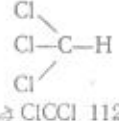
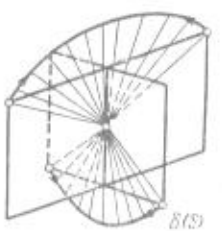
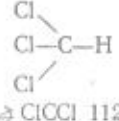
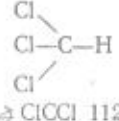
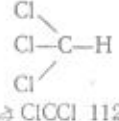
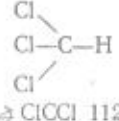
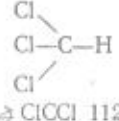
Число атомов в молекуле $n \geq 3$. Число характеристических колебаний $3n - 5$ у линейных и $3n - 6$ у нелинейных молекул. Число частот валентных колебаний $n - 1$; число частот деформационных колебаний $2n - 4$ у линейных и $2n - 5$ у нелинейных молекул.

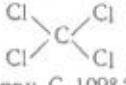
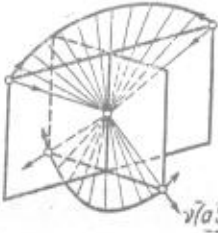
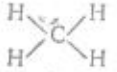
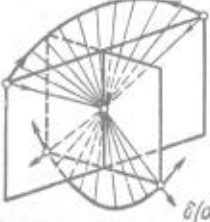
Обозначения. ν — валентные, δ — деформационные, s — симметричные, as — асимметричные, γ — крутильные колебания, σ — колебательный момент, перпендикулярный оси молекулы, π — колебательный момент, параллельный оси молекулы.

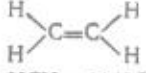
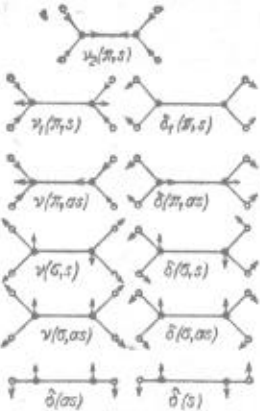
Для пересчета межъядерного расстояния в м нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-10} . Для пересчета волнового числа в м^{-1} нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^3 .

Молекула	Форма	Межъядерное расстояние, Å	Тип колебаний			Волновое число, см ⁻¹	Характеристиче- ская темпе- ратура, °К
			направление колебаний	степень вырожде- ния	обозначение		
CO ₂	Линейная, симметричная O=C=O	1,13		2	ν (s)	1351,2	1944
CS ₂	Линейная, симметричная S=C=S	1,54			ν (as)	2396,4	3448
					δ (as)	672,2	968
N ₂ O	Линейная, несимметрич- ная N̄=N+=O	N̄=O, 1,22		2	ν (s)	671,4	966
		N̄=N+, 1,10			ν (as)	1551,9	2232
					δ (as)	398,6	574
NO ₂	Изогнутая 	1,18			ν (s)	1300,4	1870
					ν (as)	2281,8	3285
					δ (as)	595,6	853
H ₂ O	Изогнутая 	O—H 0,97 H—H 1,53			ν (s)	1357,8	1955
					ν (as)	1665,5	2398
					δ (s)	756,8	1090
H ₂ S	Изогнутая 	S—H 1,35			ν (s)	3835,4	5520
					ν (as)	3938,7	5662
					δ (s)	1647,6	2371
SO ₂	Изогнутая 	S=O 1,45			ν (s)	2721,9	3920
					ν (as)	2739,4	3940
					δ (s)	1214,5	1748
SO ₂	Изогнутая 	S=O 1,45			ν (s)	1167,6	1682
					ν (as)	1380,9	1988
					δ (s)	526,3	758

Молекула	Форма	Межъядерное расстояние, Å	Тип колебаний			Волновое число, см ⁻¹	Характеристическая температура, °K
			направление колебаний	степень вырождения	обозначение		
NH ₃	Симметричная пирамида  ↷ HNH 109°	H—N 1,01 H—H 1,61 Высота пирамиды h=0,3	 $\nu(s)$	2	$\nu(s)$	3336,7	4800
			 $\nu(as)$	2	$\nu(as)$ $\delta(s)$ $\delta(as)$	3443,8 950,4 1626,7	4958 1368 2341
PCl ₃	Симметричная пирамида  ↷ ClPCl 100°	Cl—Cl 3,1 P—Cl 2,0	 $\nu(s)$	2	$\nu(s)$	507,4	730
			 $\nu(as)$  $\delta(s)$ $\delta(as)$	2	$\nu(as)$ $\delta(s)$ $\delta(as)$	493,5 260,1 189,0	710 374 272

C ₂ H ₂	Линейная, симметричная H—C≡C—H	C—H 1,06 C≡C 1,20	 $\nu_1(s)$	2 2	$\nu_1(s)$	1981,7	2850
			 $\nu_2(s)$		$\nu_2(s)$	3398,8	4890
CH ₃ Cl	Тетраэдр 	C—H 1,1 C—Cl 1,77	 $\nu(as)$	2 2	$\nu_1(as)$	3307,6	4760
			 $\delta_1(as)$		$\delta_1(as)$	608,3	876
CHCl ₃	Тетраэдр  ↷ ClCCl 112°	C—H 1,10 C—Cl 1,80 Cl—Cl 2,93	 $\delta_2(as)$	2 2	$\delta_2(as)$	729,0	1050
			 $\nu(s)$		$\nu(s, C-Cl)$	732,1	1055
CHCl ₃	Тетраэдр  ↷ ClCCl 112°	C—H 1,10 C—Cl 1,80 Cl—Cl 2,93	 $\delta(s)$	2 2	$\nu(s, C-H)$	2923,5	4210
			 $\delta(as, H-C-Cl)$		$\nu(as, C-H)$	1454,6	2092
CHCl ₃	Тетраэдр  ↷ ClCCl 112°	C—H 1,10 C—Cl 1,80 Cl—Cl 2,93	 $\delta(as, H-C-Cl)$	2 2	$\delta(s, H-C-Cl)$	1355,6	1952
			 $\delta(as, H-C-Cl)$		$\delta(as, H-C-Cl)$	1015,0	1461
CHCl ₃	Тетраэдр  ↷ ClCCl 112°	C—H 1,10 C—Cl 1,80 Cl—Cl 2,93	 $\delta(as, Cl-C-Cl)$	2 2	$\delta(as, H-C-Cl)$	3041,8	4380
			 $\delta(s)$		$\nu(s, C-Cl)$	671,1	966
CHCl ₃	Тетраэдр  ↷ ClCCl 112°	C—H 1,10 C—Cl 1,80 Cl—Cl 2,93	 $\delta(s)$	2 2	$\nu(s, C-H)$	3032	4365
			 $\delta(s)$		$\nu(as, C-Cl)$	767,7	1105
CHCl ₃	Тетраэдр  ↷ ClCCl 112°	C—H 1,10 C—Cl 1,80 Cl—Cl 2,93	 $\delta(s)$	2 2	$\delta(s, Cl-C-Cl)$	364,8	525
			 $\delta(s)$		$\delta(as, H-C-Cl)$	1218	1755
CHCl ₃	Тетраэдр  ↷ ClCCl 112°	C—H 1,10 C—Cl 1,80 Cl—Cl 2,93	 $\delta(s)$	2 2	$\delta(as, Cl-C-Cl)$	255,5	368
			 $\delta(s)$		$\delta(as, Cl-C-Cl)$	255,5	368

Молекула	Форма	Межъядерное расстояние, Å	Тип колебаний			Волновое число, см ⁻¹	Характеристическая температура, °K
			направление колебаний	степень вырождения	обозначение		
CCl ₄	Правильный тетраэдр  ⇒ при C 109° 28'	C—Cl 1,76 Cl—Cl 2,99		3 3	ν (s) ν (as) δ (s) δ (as)	458 775 218 310	659 1150 314 446
CH ₄	Правильный тетраэдр  ⇒ при C 109° 28'	C—H 1,09		3 2 3	ν (s, C—H) ν (as, C—H) δ (s, H—C—H) δ (as, H—C—H)	2916,5 3018,9 1533,6 1305,9	4196 4340 2208 1880

C ₂ H ₄	Плоская  ⇒ HCH ~114° 55'	C—H 1,071 C=C 1,353			ν ₁ (π, s) ν ₂ (π, s) ν (π, as) ν (σ, s) ν (σ, as) δ (π, s) δ (π, as) δ (σ, s) δ (σ, as) δ' (σ, as) δ' (σ, s) γ (r)	3026,4 1622,6 2989,5 3102,5 3105,5 1342,2 1443,5 1236 1027 949,2 943 810,3	4352 2335 4300 4463 4470 1934 2062 1780 1479 1366 1357 1166
-------------------------------	---	------------------------	---	--	--	---	--

85. Характеристические частоты поглощения различных групп атомов

Обозначения интенсивности: пер. — переменная; с. — сильная; сл. — слабая, ср. — средняя.

Группа атомов	Область частот		Интенсивность полосы	Примечания
	см ⁻¹	мк		

Алканы

Валентные колебания C—H

—CH ₃	2975—2950	3,36—3,39	ср.	Присутствие нескольких таких групп дает сильное поглощение
	2885—2860	3,47—3,50	»	
—CH ₂ —	2940—2915	3,40—3,45	»	
	2870—2845	3,49—3,52	»	Ограниченное число данных
—CH ₂ — (циклопропан)	3080—3040	3,25—3,29	пер.	
—CH—	2900—2880	3,45—3,47	сл.	

Деформационные колебания C—H

C—CH ₃	1470—1435	6,80—6,97	ср.	Асимметричные деформационные
	1385—1370	7,22—7,30	с.	
C (CH ₃) ₂	1385—1380	7,22—7,25	»	Симметричные деформационные
	1370—1365	7,30—7,33	»	
C (CH ₃) ₃	1395—1385	7,17—7,22	ср.	Дублет; примерное отношение интенсивностей 1 : 2
	1365	7,33	с.	
—CH ₂ —	1480—1440	6,76—6,94	ср.	Ограниченное число данных
—CH—	~1340	~7,46	сл.	

Колебания скелета

C (CH ₃) ₂	1175—1165	8,51—8,58	с.	Ограниченное число данных
	1170—1140	8,55—8,77	»	
	840—790	11,90—12,66	ср.	
C (CH ₃) ₃	1255—1245	7,97—8,03	с.	То же
	1250—1200	8,00—8,33	»	
	750—720	13,33—13,89	»	
—(CH ₂) ₄ —	1020—1000	9,80—10,00	ср.	
—CH ₂ — (циклопропан)				

Алкены

Валентные колебания C=G

Несопр. C=G	1680—1620	5,95—6,17	пер.	
CHR=CH ₂	1645—1640	6,08—6,10	»	
CHR ₁ =CHR ₂ (цис)	1665—1635	6,01—6,12	»	
CHR ₁ =CHR ₂ (транс)	1675—1665	5,97—6,00	»	

160

Продолжение

Группа атомов	Область частот		Интенсивность полосы	Примечания
	см ⁻¹	мк		
CR ₁ R ₂ =CH ₂	1660—1640	6,02—6,10	пер.	Ограниченное число данных
CR ₁ R ₂ =CHR ₃	1675—1665	5,97—6,00	»	
CR ₁ R ₂ =CR ₃ R ₄	1690—1670	5,92—5,99	сл.	
Фенил, сопр. C=C	~1625	~6,16	с.	Повышенная интенсивность
C=O или C=C, сопр. с C=C	1660—1580	6,02—6,33	»	

Валентные и деформационные колебания C—H

CHR ₁ =CH ₂	3040—3010	3,29—3,32	ср.	СН валентные (CHR ₁)
	3095—3075	3,23—3,25	»	
	995—985	10,05—10,15	»	
	915—905	10,93—11,05	ср.	СН валентные (CH ₂)
	1850—1800	5,41—5,56	ср.	
	1420—1410	7,04—7,09	сл.	
	1300—1290	7,69—7,75	пер.	СН внеплоскостные деформационные
CHR ₁ =CHR ₂ (цис)	3040—3010	3,29—3,32	ср.	
	1420—1400	7,04—7,14	сл.	
	730—665	13,70—15,04	с.	СН плоскостные деформационные
CHR ₁ =CHR ₂ (транс)	3040—3010	3,29—3,32	ср.	
	1310—1290	7,63—7,75	сл.	
	980—960	10,20—10,42	с.	СН внеплоскостные деформационные
CR ₁ R ₂ =CH ₂	3095—3075	3,23—3,25	ср.	
	895—885	11,17—11,30	с.	
	1800—1780	5,56—5,62	ср.	СН валентные
	1420—1410	7,04—7,09	сл.	
CR ₁ R ₂ =CHR ₃	3040—3010	3,29—3,32	ср.	
	850—790	11,76—12,66	»	СН плоскостные деформационные

Алкины и аллены

Алкины

RC≡CH	3310—3300	3,02—3,03	ср.	С—Н валентные
	2140—2100	4,67—4,76	сл.	
R ₁ C≡CR ₂	2260—2190	4,43—4,57	пер	

Группа атомов	Область частот		Интенсивность полосы	Примечания
	см^{-1}	$\mu\text{к}$		

Аллены

$\text{C}=\text{C}=\text{C}$	1970—1950 ~1060	5,08—5,13 ~9,43	ср. »	Валентные типа $\text{C}=\text{C}$ Валентные типа $\text{C}-\text{C}$
------------------------------	--------------------	--------------------	----------	--

Ароматические карбоциклические соединения

Валентные колебания

$\text{C}-\text{H}$ валентные	3080—3030	3,25—3,30	сл. ср.	Может быть несколько пиков
$\text{C}=\text{C}$ плоскостные	1625—1575	6,16—6,35	пер.	Обычно ближе к 1600 см^{-1}
	1525—1475	6,56—6,78	»	Обычно ближе к 1500 см^{-1}
	1590—1575	6,29—6,36	»	Для сопряженных систем
	1465—1440	6,38—6,94	»	сильная полоса

Плоскостные деформационные колебания
C—H для различных типов замещения
бензольного кольца *

Монозамещенные	1117—1125	8,51—8,89	сл.	
	1110—1070	9,01—9,35	»	
	1070—1000	9,35—10,00	»	
	1225—1175	8,17—8,51	»	
1,2-Дизамещенные	1125—1090	8,89—9,17	»	В этом интервале две полосы
	1070—1000	9,35—10,00	»	
	1000—960	10,00—10,42	»	
	1175—1125	8,51—8,89	»	
1,3-Дизамещенные	1110—1070	9,01—9,35	»	
	1070—1000	9,35—10,00	»	
	1225—1175	8,17—8,52	»	
	1125—1090	8,89—9,17	»	
1,4-Дизамещенные	1070—1000	9,35—10,00	»	В этом интервале две полосы
	1175—1125	8,51—8,89	сл.	
	1110—1070	9,01—9,35	»	
	1070—1000	9,35—10,00	»	
1,2,3-Тризамещенные	1000—960	10,00—10,42	»	
	1225—1175	8,17—8,51	»	
	1175—1125	8,51—8,89	»	
	1125—1090	8,89—9,17	»	
1,2,4-Тризамещенные	1070—1000	9,35—10,00	»	В этом интервале две полосы
	1000—960	10,00—10,42	»	
	1175—1125	8,51—8,89	»	
	1225—1175	8,17—8,52	»	
1,3,5-Тризамещенные	1070—1000	9,35—10,00	»	
	1000—960	10,00—10,42	»	
	1175—1125	8,51—8,89	»	
	1225—1175	8,17—8,52	»	

Группа атомов	Область частот		Интенсивность полосы	Примечания
	см^{-1}	$\mu\text{к}$		

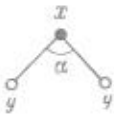
Внеплоскостные деформационные колебания
C—H для различных типов замещения
бензольного кольца *

Монозамещенные	770—730	12,99—13,70	с.	5 рядом стоящих атомов H
	710—690	14,08—14,49	»	То же
1,2-Дизамещенные	770—735	12,99—13,61	»	4 рядом стоящих атома H
1,3-Дизамещенные	900—860	11,11—11,63	ср.	1 изолированный атом H
	810—750	12,35—13,33	с.	3 рядом стоящих атома H
	725—680	13,74—14,71	ср.	3 рядом стоящих атома H, ограниченное число данных
1,4- и 1,2,3,4-замещенные	860—800	11,63—12,50	с.	2 рядом стоящих атома H
1,2,3-Тризамещенные	800—770	12,50—12,99	»	3 рядом стоящих атома H
	720—685	13,89—14,60	ср.	3 рядом стоящих атома H, ограниченное число данных
1,2,4-Тризамещенные	860—800	11,63—12,50	с.	2 рядом стоящих атома H
	900—860	11,11—11,63	ср.	1 изолированный атом H
1,3,5-Тризамещенные	900—860	11,11—11,63	»	То же
	865—810	11,56—12,35	с.	»
	730—675	13,70—14,81	»	»
1,2,3,5-, 1,2,4,5- и 1,2,3,4,5-замещенные	900—860	11,11—11,63	ср.	»

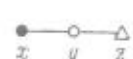
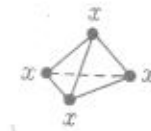
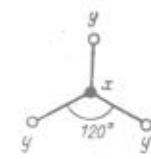
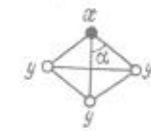
* Слабые полосы поглощения, являющиеся обертонами и составными частотами внеплоскостных деформационных колебаний C—H, образуют в области $2000-1650 \text{ см}^{-1}$ ($5,00-6,06 \mu\text{к}$) сложную и весьма характерную для каждого типа замещения бензольного кольца общую картину. Для изучения этой картины требуются очень концентрированные растворы (в 20 раз сильнее обычных). Полосы ароматического соединения могут маскироваться другими появляющимися в этой области полосами, например сильными основными полосами валентных колебаний $\text{C}=\text{C}$ и $\text{C}=\text{O}$. Число полос, их форма и относительная интенсивность более характерны, чем абсолютные значения частот.

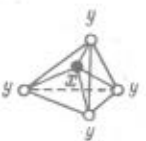
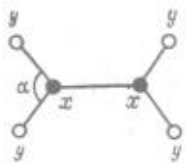
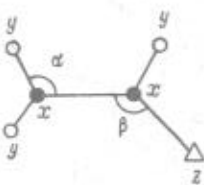
86. Главные моменты инерции

(m — масса ядра, r — межъядерное расстояние)

Тип молекулы	Обозначение	Коеффициент симметрии σ	Момент инерции I
	x_2	2	$\frac{1}{2} m_x r_{xx}^2$
	xy	1	$\frac{m_x m_y}{m_x + m_y} r_{xy}^2$
	x_3 линейн. симметр.	2	$2m_x r_{xx}^2$
	x_3 нелинейн. симметр.	2	$I_A = \frac{1}{3} m_x r_{xx}^2 \cos^2 \alpha$ $I_B = 2m_x r_{xx}^2 \sin^2 \alpha$ $I_C = I_A + I_B$
	xy_2 линейн. симметр.	2	$2m_y r_{xy}^2$
	xy_2 нелинейн. симметр.	2	$I_A = \frac{2m_y m_x}{2m_y + m_x} r_{xy}^2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}$ $I_B = 2m_y r_{xy}^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ $I_C = I_A + I_B$
	xyy' линейн. $r_{xy} = r_{xy'} = r$	1	$\left[\frac{m_y (m_x + 2m_y)^2}{(m_x + m_y + m_y)^2} + \frac{m_x (m_y - m_y)^2}{(m_x + m_y + m_y)^2} + \frac{m_y (m_x + 2m_y)^2}{(m_x + m_y + m_y)^2} \right] r^2$

Продолжение

Тип молекулы	Обозначение	Коеффициент симметрии σ	Момент инерции I
	xyz линейн.	1	$\frac{1}{M^2} [m_x (m_y r_{xy} + m_z r_{xz})^2 + m_y (m_z r_{yz} - m_x r_{xy})^2 + m_z (m_x r_{xz} + m_y r_{yz})^2]$ $M = \sum m_i$
	x_4 тетраэдр	12	$I_A = I_B = I_C = m_x r_{xx}^2$
	xy_3 плоск. симметр.	6	$I_A = I_B = I_C = \frac{27}{4} m_y^3 r_{xy}^6$
	xy_3 пирамидальн.	3	$I_A = 3m_y r_{xy}^2 \sin^2 \beta$ $I_B = I_C = \frac{3m_y r_{xy}^2}{2 \left(1 + \frac{2m_y}{m_x} \right)} \times \left[2 - \left(1 - \frac{3m_y}{m_x} \right) \sin^2 \beta \right]$ $I_A I_B I_C = 2m_y^3 (1 - \cos \alpha)^3 \times \left[1 + \mu \frac{1 + 2 \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \right]^2 r_{xy}^6$ $\mu = \frac{m_x}{m_x + 3m_y}$ β — угол между связью xy и осью симметрии

Тип молекулы	Обозначение	Коэффициент симметрии σ	Момент инерции I
	xy_4 тетраэдр $\theta = 109^\circ 28'$	12	$I_A = I_B = I_C = \frac{8}{3} m_y r_{xy}^2$
	x_2y_4 плоск. симметр. $\alpha = \angle(y-x-y)$	4	$I_A = 4m_y r_{xy}^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ $I_B = 4m_y \left(\frac{1}{2} r_{xx} + r_{xy} \cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} m_x r_{xx}^2$ $I_C = I_A + I_B$
	$x_2y_3z^2$ плоск. $\alpha = \angle(x-x-y)$ $\beta = \angle(x-x-z)$		$I_A I_B I_C = (AB - D^2) C$ $A = 3m_y y_1^2 + 2m_x y_2^2 + m_x y_3^2 - \frac{1}{M} (m_y y_1 - m_z y_3)^2$ $B = 3m_y x_1^2 + 2m_x x_2^2 + m_x x_3^2 - \frac{1}{M} (m_z x_3 - m_y x_1)^2$ $C = A + B$ $D = m_y x_1 y_1 - m_z x_3 y_3 - \frac{1}{M} (m_y y_1 - m_z y_3) (m_z x_3 - m_y x_1)$ $x_1 = \frac{1}{2} r_{xx} - r_{xy} \cos \alpha$ $x_2 = \frac{1}{2} r_{xz}$ $x_3 = \frac{1}{2} r_{xx} - r_{xz} \cos \beta$

87. Магнитный момент молекул μ_m (в магнетонах Бора)

Молекула	Герб	μ_m	Молекула	Герб	μ_m
O_2	$^3\Sigma_1$	$\sqrt{8}$	NO_2	$^2\Sigma_{1/2}$	$\sqrt{3}$
S_2	$^3\Sigma_1$	$\sqrt{8}$	NO	$^2\Pi_{1/2}$ $^2\Pi_{3/2}$	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 1,837$

88. Атомные инкременты для вычисления магнитной восприимчивости по Паскалю

$$\chi_M = \sum n_i \chi_i + \lambda$$

Магнитная восприимчивость χ_A выражена в $cm^3/g \cdot at \cdot 10^6$. Для пересчета в $m^3/g \cdot at$ нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-6} .

Пример. Магнитная восприимчивость серебра

$$\chi = -31 \cdot 10^{-6} cm^3/g \cdot at \text{ или } -31 \cdot 10^{-18} m^3/g \cdot at.$$

Атом	χ_A	Атом	χ_A	Атом	χ_A
Ag	-31	I	-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 молекулах	-1,54	Zn	-13,5
H	-2,93	N в диамидах	-2,11		
Hg ²⁺	-33,0	N в имидах			

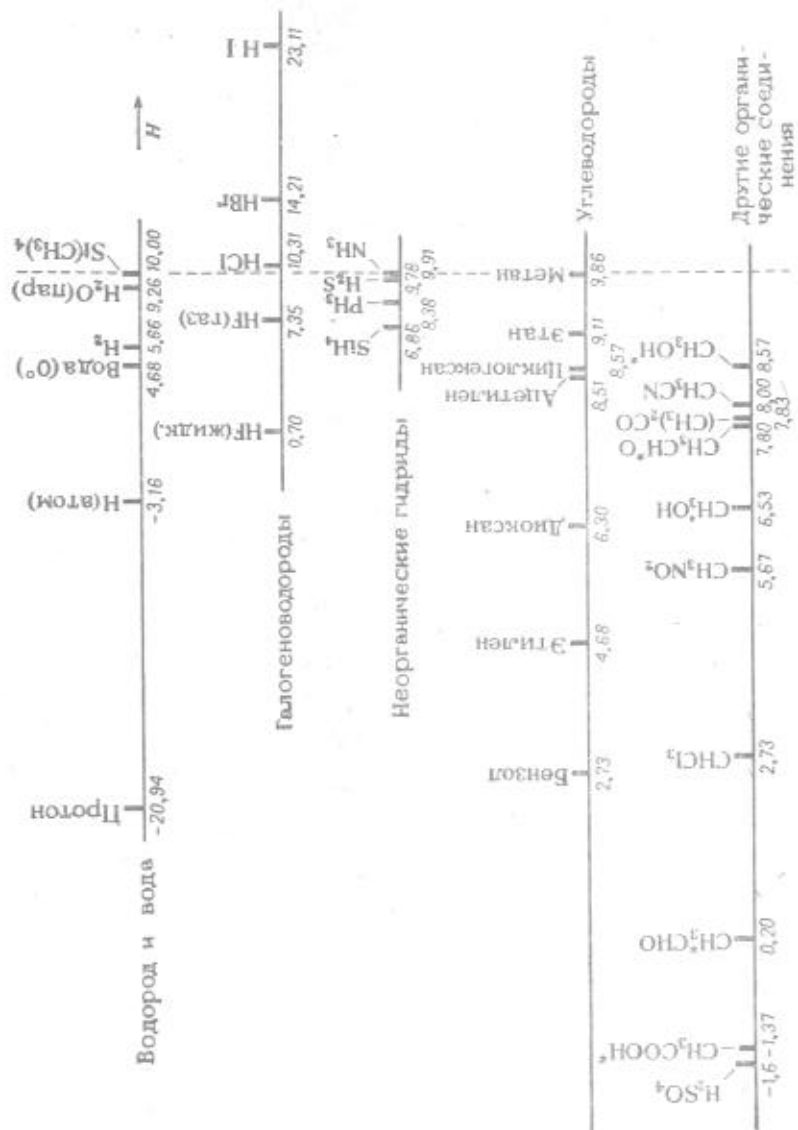
Инкременты групп

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

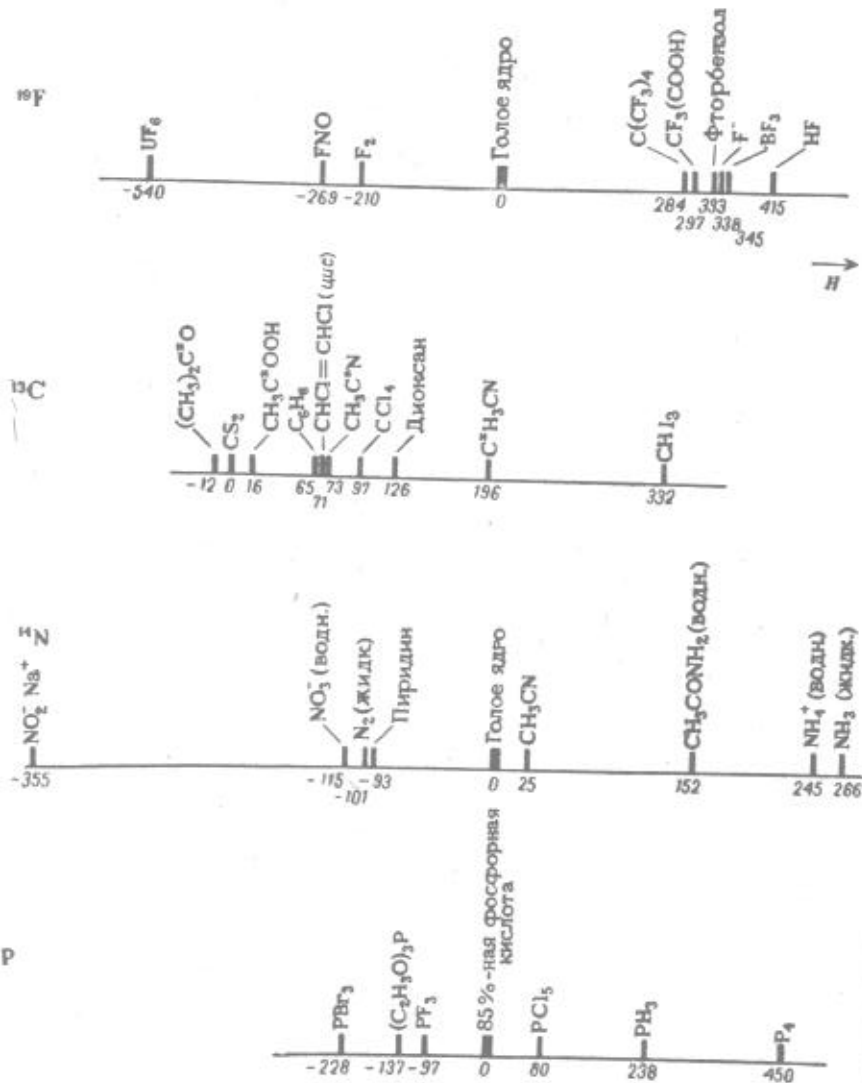
89. Химические сдвиги протонов и некоторых ядер

Химические сдвиги τ протонов типичных органических соединений

Положительные значения τ , измеренные относительно сигнала Si (CH₃)₄ как эталона ($\tau = 10$ миллионных долей). Если не оговорено, указанные вещества — жидкости.

Химические сдвиги ^{19}F , ^{13}C , ^{14}N и ^{31}P .

Измерено относительно голых ядер.



90. Постоянные кристаллических решеток

Для пересчета значений d , d_1 , d_2 и r в м нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-10} .

Вещество	Тип решетки	Ребро d , Å	Радиус r , Å	№ рис
Li	Объемноцентрированный куб	3,50	1,52	1
Na		4,30	1,86	
K		5,20	2,25	
Cu		3,597	1,272	
Ag		4,078	1,442	
	Гранецентрированный куб			2
	Гексагональная плотная упаковка			3
Be				
Mg				
Zn				
Cd				
	Алмаз			4а, 4б
C				
Si				
BaO				
CaO				
KCl	NaCl			
MgO				
NaCl				
CsCl				
CaF ₂				
Cu ₂ S	ZnS			
ZnS				
BeS				

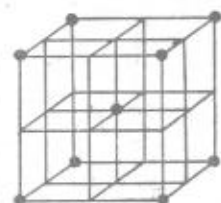


Рис. 1. Элементарная ячейка кубической объемноцентрированной решетки.

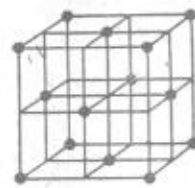


Рис. 2. Элементарная ячейка кубической гранецентрированной решетки.

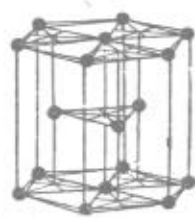


Рис. 3. Элементарная ячейка гексагональной плотной упаковки.



Рис. 4а. Строение алмаза по Брэггу.

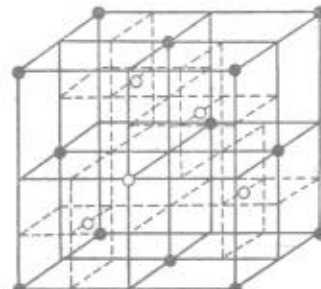


Рис. 4б. Элементарная ячейка решетки алмаза.

91. Координационные числа (к. ч.) в кристаллах

Тип решетки	к. ч.	Пример	Структурная постоянная
Простая кубическая	6	Каменная соль	1
Объемноцентрированная кубическая	8	Щелочные металлы	$4/3\sqrt{3}$
Гранецентрированная кубическая	12	Инертные элементы	$1/\sqrt{2}$
Гексагональная плотная упаковка	12	Соприкасающиеся шары	$1/\sqrt{2}$
Тетраэдрическая кубическая	4	Алмаз	$(2/\sqrt{3})^3$

92. Кинетические диаметры σ атомов и молекул

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

σ_T — диаметр при $T^\circ\text{K}$;
 σ_∞ — расстояние между частицами, на котором потенциальная энергия равно нулю;
 σ_∞ — диаметр межмолекулярного взаимодействия при весьма высокой температуре;
 C — постоянная Сесерленда;
 σ_K — диаметр при критической температуре; вычислен по формуле?

$$\sigma_K = \left(\frac{3b}{2\pi N_A}\right)^{1/3} = 2,61 \cdot 10^{-7} b^{1/3}$$

где N_A — число молекул см^{-3} при 0°C и 760 мм рт. ст. и b — постоянная отталкивания Ван-дер-Ваальса.

Для пересчета значений σ в м нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-10} .

Вещество	σ_∞ , Å	σ_K , Å	σ_0 , Å	C	Вещество	σ_∞ , Å	σ_K , Å	σ_0 , Å	C
Ar	2,99	2,95	3,42	142	He	1,82	2,66	2,70	173
Br ₂	3,80	—	(4,47)	533	Hg	2,51	2,38	2,83	942
Cl ₂	3,68	3,54	(4,12)	351	I ₂	4,45	—	(4,98)	568
CO	3,23	3,16	3,59	101	N ₂	3,22	3,13	3,68	105
CO ₂	3,45	3,23	4,00	213	Ne	2,25	2,38	2,80	128
F ₂	3,18	2,88	(3,63)	129	NH ₃	2,47	3,09	—	626
H ₂	2,22	2,59	2,97	234	NO	3,09	2,81	3,47	128
HBr	3,16	3,27	—	375	O ₂	3,02	2,93	3,43	125
HCl	2,96	3,19	3,31	362	SO ₂	3,71	3,55	4,29	306
HI	3,55	—	—	390	CH ₄	3,33	3,24	3,82	162
H ₂ O	2,27	2,89	—	961	CH ₃ OH	3,25	3,59	3,76	487
H ₂ S	3,18	3,24	—	331	C ₂ H ₂	3,72	3,44	4,22	198

Вещество	$\sigma_{\infty}, \text{Å}$	$\sigma_K, \text{Å}$	$\sigma_0, \text{Å}$	C	Вещество	$\sigma_{\infty}, \text{Å}$	$\sigma_K, \text{Å}$	$\sigma_0, \text{Å}$	G
C ₂ H ₄	3,72	3,57	4,23	225	CH ₃ Cl ₂	4,23	—	4,76	425
C ₂ H ₆	3,88	3,70	4,42	252	CHCl ₃	4,73	4,32	5,43	373
C ₂ H ₅ OH	3,95	4,06	4,46	407	CCl ₄	5,15	4,65	5,88	365
CH ₃ Cl	3,57	3,38	3,72	441	C ₆ H ₆	4,71	4,51	5,27	448

93. Энергия разрыва связей (энергия диссоциации) газообразных молекул при 0° K в основном состоянии

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

94. Теплота образования радикалов ΔH_f° , 298

Радикал	ΔH_f° , 298		Радикал	ΔH_f° , 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 ₂	276,2	66	Cl	121,2	28,95
CH ₃	138,0	33	F	79,5	19,00
C ₂ H ₃	104,6	25	I	106,6	25,48
C ₂ H ₅	292,9	70	H	218,0	52,10
CH ₂ OH	-37,6	-9	N	472,6	112,98
CH ₃ CO	-46,0	-11	NH	339,6	81,18
CBBr ₃	184,1	44	NH ₂	177,0	42,3
CCl ₃	54,4	13	OH	39,0	9,32
CF ₃	-502,1	-120	O	247,0	58,99

95. 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 ⁻¹	E	
		кдж/моль	ккал/моль

Реакции между молекулами

А. Разложение

C ₂ H ₅ Br → C ₂ H ₄ + HBr	7,2·10 ¹²	218,0	52,0
C ₂ H ₅ Cl → C ₂ H ₄ + HCl	4·10 ⁴	247,5	59,0
CH ₃ CHCl ₂ → CH ₂ =CHCl + HCl	1,3·10 ¹²	207,8	49,5
CCl ₃ CH ₃ → CCl ₂ =CH ₂ + HCl	3,2·10 ¹²	201,0	47,9
CH ₃ COOC ₂ H ₅ → CH ₃ COOH + C ₂ H ₄	3,2·10 ¹²	200,5	47,8
цикло-(CH ₃ CHO) ₃ → 3CH ₃ CHO	1,3·10 ¹⁵	185,5	44,2
N ₂ O ₅ → N ₂ O ₄ + $\frac{1}{2}$ O ₂	4,6·10 ¹³	103,5	24,7
N ₂ O ₄ → 2NO ₂	10 ¹⁶	54,4	13,0

Б. Изомеризация

транс-Дихлорэтилен → цис	4,9·10 ¹²	175,8	41,9
Циклопропан → пропилен	1,5·10 ¹⁵	272,8	65,0
Винилаллиловый эфир → аллилацетальдегид	5·10 ¹¹	128,3	30,6

Реакции с участием атомов и радикалов

CCl ₄ → CCl ₃ + Cl		356,2	85,0
CH ₃ Cl → CH ₃ + Cl	2·10 ¹³	356,2	85,0
C ₂ H ₆ → 2CH ₃		354,0	84,0
C ₂ H ₅ Br → C ₂ H ₅ + Br		225,2	53,7
C ₂ H ₅ I → C ₂ H ₅ + I		216,0	51,5
C ₆ H ₅ Br → C ₆ H ₅ + Br		297,2	70,9
C ₆ H ₅ CH ₂ Br → C ₆ H ₅ CH ₂ + Br		211,8	50,5
C ₆ H ₅ C ₂ H ₅ → C ₆ H ₅ CH ₂ + CH ₃		264,2	63,0

Второй порядок

Реакция	$A, \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	E	
		кДж/моль	ккал/моль

Реакции между молекулами

$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$ $\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$	$1,6 \cdot 10^{10}$	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
$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$	$1,6 \cdot 10^{14}$	165,5	39,45
$\text{HI} + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{I}_2$	$2 \cdot 10^{14}$	140,0	33,4
$2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$	$9,2 \cdot 10^{13}$	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
$\text{CH}_3 + \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_5$	$1,4 \cdot 10^{10}$	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
$\text{Cl} + \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{HCl} + \text{C}_2\text{H}_5$	$1,3 \cdot 10^{14}$	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	$A, \text{см}^3 \cdot \text{моль}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$	E	
		кДж/моль	ккал/моль
$2\text{NO} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{NOBr}$	$2,7 \cdot 10^{10}$	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	
			кДж/моль	ккал/моль
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	H_2O	$1,4 \cdot 10^{10}$	46,9	11,2
$\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	H_2O	$1,9 \cdot 10^{10}$	47,3	11,3
$\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	H_2O	$2,1 \cdot 10^{10}$	47,7	11,4
$\text{CH}_3\text{ICOOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_2\text{OHCOOH} + \text{I}^-$	H_2O	$6,3 \cdot 10^{14}$	98,0	23,4
$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{OH}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Br}^-$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$4,3 \cdot 10^{14}$	89,6	21,4
$\text{CH}_3\text{ICOOH} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{CH}_2\text{ClCOOH} + \text{I}^-$	H_2O	$7,9 \cdot 10^{14}$	95,8	22,9
$\text{CH}_2\text{ClCOOH} + \text{I}^- \rightarrow \text{CH}_2\text{ICOOH} + \text{Cl}^-$	H_2O	$1,3 \cdot 10^{13}$	82,9	19,8
$\text{CH}_3\text{Br} + \text{I}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{I} + \text{Br}^-$	H_2O	$1,7 \cdot 10^{13}$	76,6	18,3
$\text{CH}_3\text{Br} + \text{I}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{I} + \text{Br}^-$	CH_3OH	$2,3 \cdot 10^{13}$	76,2	18,2
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{Cl} + \text{I}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{I} + \text{Cl}^-$	CH_3COCH_3	$1,0 \cdot 10^{15}$	93,0	22,2
$\text{CH}_3\text{I} + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{I}^-$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$2,4 \cdot 10^{14}$	81,6	19,5
$\text{C}_2\text{H}_5\text{I} + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{I}^-$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$1,5 \cdot 10^{14}$	86,6	20,7
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{I} + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{I}^-$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$1,5 \cdot 10^{13}$	83,3	19,9
$n\text{-C}_3\text{H}_7\text{I} + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{I}^-$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$3,5 \cdot 10^{14}$	94,2	22,5
$\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{I} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{NaI}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$1,5 \cdot 10^{14}$	86,2	20,6
$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2 + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_3\text{N}]^+ + \text{I}^-$	CH_2Cl_4	$2,2 \cdot 10^7$	49,0	11,7
$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow [(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}]^+ + \text{Br}^-$	C_6H_6	$2,8 \cdot 10^2$	46,9	11,2
$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow [(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}]^+ + \text{Br}^-$	CH_3COCH_3	$8,5 \cdot 10^3$	49,0	11,7
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2\text{N} + \text{C}_2\text{H}_5\text{I} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_5\text{N}]^+ + \text{I}^-$	CH_3COCH_3	$2,7 \cdot 10^4$	57,4	13,7
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2\text{N} + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_3\text{N}]^+ + \text{I}^-$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	$2,6 \cdot 10^4$	54,4	13,0
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2\text{N} + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_3\text{N}]^+ + \text{I}^-$	$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$	$2,1 \cdot 10^4$	49,0	11,7
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_2\text{N} + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)_3\text{N}]^+ + \text{I}^-$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	$7,0 \cdot 10^6$	60,2	14,4
$\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^-$	H_2O	$1,5 \cdot 10^{13}$	38,2	9,1

96. Реакционные константы для некоторых серий гетеролитических реакций

Обобщенное корреляционное уравнение для описания зависимости реакционной способности ароматических соединений от заместителей в мета- или пара-положениях фенильного ядра имеет вид:

$$\lg k/k_0 = \rho (\sigma + R\Delta\sigma_R^{\pm})$$

где k и k_0 — константы скорости или равновесия соответственно для замещенного и незамещенного соединений;

ρ — реакционная константа, определяемая на основании корреляции реакционной способности мета-производных с гамметовскими константами заместителей;

$\Delta\sigma_R^{\pm} = \sigma^{\pm} - \sigma$ — величина, характеризующая способность данного заместителя к прямому полярному сопряжению с электроновакцепторным σ^+ или электронодонорным σ^- реакционным центром;

R — параметр прямого полярного сопряжения в рассматриваемой реакционной серии.

Для реакций, в которых прямое полярное сопряжение играет незначительную роль, $R \approx 0$ и применимо уравнение Гаммета;

$$\lg k/k_0 = \rho\sigma \quad (1)$$

Нередко $R \approx 1$, тогда влияние заместителей в зависимости от знака реакционного центра описывается уравнениями:

$$\lg k/k_0 = \rho\sigma^+ \quad (2)$$

или

$$\lg k/k_0 = \rho\sigma^- \quad (3)$$

Погрешность констант, рассчитанных по корреляционным уравнениям, обычно не превышает $\pm 15\%$.

Через X в таблице обозначен замещенный фенил. В выражениях констант равновесия и констант скорости размерность концентрации — моль/л, размерность времени — сек.

Реакция	Растворитель	Температура, °C	$\lg k_0$	ρ	Корреляционное уравнение	Примечание
$X-\text{COOH} \xrightleftharpoons{k} X-\text{COO}^- + \text{H}^+$	H_2O	25	4,203	1,000	1	Стандартная реакционная серия
	CH_3OH	25	6,514	1,537	1	
	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	25	7,206	1,967	1	
	H_2O	25	9,847	2,113	3	
	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (95%)	20	12,572	2,364	3	
$X-\text{COOCH}_3 + \text{OH}^- \xrightarrow{k} X-\text{COO}^- + \text{CH}_3\text{OH}$	Ацетон (60%)	25	2,075	2,229	1	$R = 0,9$
$X-\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{OH}^- \xrightarrow{k} X-\text{COO}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Ацетон (60%)	50	1,247	1,920	1	
	Ацетон (60%)	25	2,557	2,265	1	
$X-\text{COCl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{k} X-\text{COOH} + \text{HCl}$	Ацетон (95%)	25	4,200	1,782	1	
$X-\text{H} + \text{Br}_2 \xrightarrow{k} X-\text{Br} + \text{HBr}$	CH_3COOH (лед.)	25	—	-12,4	2	
$X-\text{H} + \text{HNO}_3 \xrightarrow{k} X-\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	CH_3COOH (лед.)	25	—	-6,377	2	$R = 0,72$
$\left[(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\right]_2\text{C}^+\text{X} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{k} \left[(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\right]_2\text{C}^+\text{OCH}_3 + \text{H}^+$	CH_3OH	25	2,93	0,94	2	
$\left[(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\right]_2\text{C}^+\text{X} + \text{OH}^- \xrightarrow{k} \left[(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\right]_2\text{C}^+\text{OH} + \text{X}^-$	H_2O	25	-0,337	0,46	2	
$X-\text{O}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{I} \xrightarrow{k} X-\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{I}^-$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	42,5	3,955	-0,994	3	
$X-\text{NH}_2 + \text{C}_6\text{H}_5\text{COCl} \xrightarrow{k} X-\text{NHCOC}_6\text{H}_5 + \text{HCl}$	C_6H_6	25	1,03	-2,07	3	
$X-\text{N}(\text{CH}_3)_2 + \text{CH}_3\text{I} \xrightarrow{k} X-\text{N}(\text{CH}_3)_3 + \text{I}^-$	CH_3OH	62	1,940	-2,142	3	

Константы заместителей для замещенных фенилов

Постоянные σ Гаммета рассчитывались, главным образом, из значений констант диссоциации замещенных бензойных кислот. Величины σ^+ — константы, учитывающие повышенную способность пара-замещенных фенилов к прямому полярному сопряжению с электроноакцепторным ($-C$) реакционным центром. Величины σ^- учитывают аналогичный эффект в случае электронодонорного ($+C$) реакционного центра. Величины σ^0 характеризуют чисто индукционное влияние замещенного фенила. Для мета-замещенных фенилов величины σ^0 , σ , σ^+ и σ^- по физическому смыслу эквивалентны и, следовательно, должны быть равны. Ароматические индукционные константы σ_I приблизительно характеризуют индукционное влияние мета- и пара-заместителей в фенильном ядре.

Заместитель	σ_I	Мета		Пара			
		σ^0	σ	σ^0	σ	σ^+	σ^-
—H	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
—CH ₃	—0,08	—0,07	—0,069	—0,15	—0,170	—0,301	—0,170
—C ₂ H ₅	—0,05	—0,07	—0,07	—	—0,151	—0,295	—0,151
—C ₆ H ₅	0,08	—	0,06	0,00	—0,01	—0,194	0,30
—F	0,52	0,35	0,337	0,17	0,062	—0,073	0,062
—Cl	0,47	0,37	0,373	0,27	0,227	0,114	0,227
—Br	0,44	0,38	0,391	0,26	0,232	0,150	0,232
—I	0,39	0,35	0,352	0,27	0,18	0,135	0,18
—CHO	0,31	—	0,355	—	0,45	0,465	1,126
—OH	0,35	0,13 *	0,127	—0,12 *	—0,37	—0,92	—0,37
		0,04 **		—0,13 **			
—OCH ₃	0,29	0,06 **	0,115	—0,16 **	—0,268	—0,764	—0,268
—OC ₂ H ₅	0,27	—	0,1	—0,123	—0,24	—0,744	—0,24
—COOCH ₃	0,30	0,36	0,315	0,46 ***	0,436	0,489	0,636
—COOC ₂ H ₅	0,21	—	0,37	—	0,45	0,482	0,678
—NH ₂	0,05	—0,14	—0,16	—0,38	—0,66	—1,40	—0,66
—NHCH ₃	—	—0,22	—0,302	—0,42	—0,84	—	—0,84
—N (CH ₃) ₂	0,10	—0,15	—0,211	—0,44	—0,83	—1,7	—0,83
—N (C ₂ H ₅) ₂	—	—	—0,231	—	—0,98	—1,93	—0,902
—N (CH ₃) ₃ ⁺	0,93	—	0,88	—	0,82	0,408	0,77
—NO ₂	0,60	0,70	0,710	0,82 ***	0,778	0,790	1,270
—CN	0,58	0,62	0,56	0,69 ***	0,66	0,659	1,000
				0,63 **			

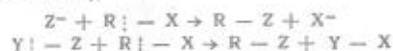
* Данные только для водных растворов.

** Данные для растворителей, не имеющих гидроксильных групп, и для большинства смесей воды с органическими растворителями.

*** Данные для водных растворов и большинства смесей воды с органическими растворителями.

97. Классификация реакций (по Ингольду)

Нуклеофильное замещение S_N



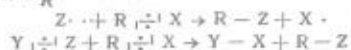
Нуклеофильное мономолекулярное замещение S_{N1}



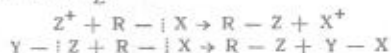
Нуклеофильное бимолекулярное замещение S_{N2}



Радикальное замещение S_R



Электрофильное замещение S_E



Мономолекулярное отщепление E_1



Бимолекулярное отщепление E_2



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

Состав раствора		$k \cdot 10^4, \text{сек}^{-1}$		
$C_{12}H_{22}O_{11}, \text{г/л}$	$H_2O, \text{моль/л}$	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	—

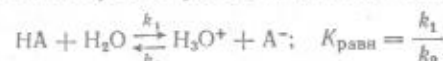
99. Константы скорости щелочного омыления сложных эфиров

$t, ^\circ\text{C}$	$k \cdot 10^4, \text{м}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	$k', \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$	$t, ^\circ\text{C}$	$k \cdot 10^4, \text{м}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	$k, \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$
Этиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_2H_5$					
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			
Этиловый эфир пропионовой кислоты $CH_3CH_2COOC_2H_5$					
0	0,19	1,14	10	0,293	1,76
25	0,957	5,94	20	0,59	3,54
Пропиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_3H_7$					
10	0,358	2,15	10	0,00615	0,0369
20	0,705	4,23	20	0,0135	0,0810
Бутиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_4H_9$					
10	0,353	1,94	10	0,293	1,76
20	0,655	3,93	20	0,59	3,54
втор-Бутиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_4H_9$					
10	0,293	1,76	10	0,00615	0,0369
20	0,59	3,54	20	0,0135	0,0810
трет-Бутиловый эфир уксусной кислоты $CH_3COOC_4H_9$					
10	0,00615	0,0369	10	0,00615	0,0369
20	0,0135	0,0810	20	0,0135	0,0810

100. Константы скорости омыления этилацетата при 25° C

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) ₂	—	6,06	6,31
Sr(OH) ₂	—	6,08	—
Ba(OH) ₂	6,23	6,29	6,35

101. Константы скорости реакций диссоциации в растворах



Кислота	$k_1, \text{сек}^{-1}$	$k_2, \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$	$K_{\text{равн}}, \text{моль} \cdot \text{л}^{-1}$	Растворитель и температура раствора
H ₂ O	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{-14}$	Вода при 25° C
NH ₄ ⁺	—	$3 \cdot 10^{10}$	—	
CH ₃ COOH	$8 \cdot 10^5$	$4,5 \cdot 10^{10}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	
HSO ₄ ⁻	$1,5 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{11}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	
C(CH ₃) ₃ COOH	$1,4 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^{10}$	$9,3 \cdot 10^{-6}$	
HCOOH	$1,88 \cdot 10^7$	$5,0 \cdot 10^{10}$	$3,78 \cdot 10^{-4}$	1 М р-р LiCl при 20° C
CH ₃ COOH	$1,39 \cdot 10^6$	$3,8 \cdot 10^{10}$	$3,67 \cdot 10^{-5}$	
C ₆ H ₅ COOH	$4,0 \cdot 10^6$	$2,84 \cdot 10^{10}$	$1,41 \cdot 10^{-4}$	
m-C ₆ H ₄ (OH)COOH	$8,1 \cdot 10^6$	$4,44 \cdot 10^{10}$	$1,83 \cdot 10^{-4}$	
p-C ₆ H ₄ (OH)COOH	$1,78 \cdot 10^6$	$3,10 \cdot 10^{10}$	$5,75 \cdot 10^{-5}$	

Примечание. Погрешность констант скорости, измеренных в растворах LiCl, составляет $\pm 30\%$.

102. Константы скорости продолжения и обрыва цепей при полимеризации (температура 25° C)

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

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	6300	$3,98 \cdot 10^9$	13 400	3200
Метаметилакрилат	10^8	19 680	4700	$1,26 \cdot 10^8$	5 033	1200
Метилакрилат	$1,26 \cdot 10^8$	29 300	7000	10^{10}	20 920	5000
Стирол	10^7	30 580	7300	$6,31 \cdot 10^7$	7 965	1900

103. Среднее время жизни некоторых электронновозбужденных атомов

Для пересчета длины волны в м нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-10} .

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

104. Квантовый выход фотохимических реакций

Для пересчета длины волны в м нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10^{-10} .

Исходные вещества	Продукты реакции	Активируемая молекула	Растворитель	Длина волны, Å	Температура, °C	Выход
Br_2, H_2	HBr	Br_2	В газовой фазе	5000—5780		0—2
$\text{Br}_2, \text{C}_6\text{H}_{12}$	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{Br}$	Br_2	То же	4700		~ 1
H_2, Cl_2	HCl	Cl_2	»	3030—5000	17—30	10^4 — 10^5
Cl_2, CO	COCl_2	Cl_2	»	4000—4360		10^3
C_2H_2	$(\text{C}_2\text{H}_2)_n$ полимер	C_2H_2	»	2150		9,2
CH_3CHO	H_2, CO	CH_3CHO	»	3130		2
CH_3COCH_3	$\text{C}_2\text{H}_6, \text{CO}$	CH_3COCH_3	»	3130	60	0,2
HCHO	H_2, CO	HCHO	»	2500—3660		≤ 1
HI	H_2, I_2	HI	»	2070—2820	27	$1,98$ — $2,08$
H_2S	H_2, S	H_2S	»	2080		1,0
NO_2	NO, O_2	NO_2	»	< 4000		2
N_2O	$\text{N}_2, \text{O}_2, \text{NO}$	N_2O	»	Al-искровой спектр		~ 1
$\text{I}_2, \text{Fe}^{2+}$	$\text{I}_3^-, \text{Fe}^{3+}$	I_2	H_2O	3600—5790		~ 1
$\text{I}_2, \text{HCOO}^-$	I^-, CO	I_2	То же	3450—3500		15—25
CH_3COOH	CH_4, CO_2	CH_3COOH	»	1850—2300		0,5
HClO	HCl, HClO_3	HClO	»	3660—4360		~ 2
H_2O_2	$\text{H}_2\text{O}, \text{O}_2$	H_2O_2	»	2750—3660		20—500

Продолжение

Исходные вещества	Продукты реакции	Активируемая молекула	Растворитель	Длина волны, Å	Температура, °C	Выход
$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	$\text{H}_2\text{SO}_4, \text{O}_2$	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	H_2O	2537	10—21	0,58
Cl_2	HCl	Cl_2	$\text{C}_6\text{H}_6\text{CH}_3$	4050	17—50	27
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$	Cl_2	CCl_4	4360		25
$\text{C}_2\text{H}_4\text{I}_2$	$\text{C}_2\text{H}_4, \text{I}_2$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{I}_2$	CCl_4	4450		~ 1
Cl_2O	Cl_2, O_2	Cl_2O	C_6H_6	3000—5500		0,4—0,9
$\text{Br}_2, \text{C}_6\text{H}_6$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}, \text{HBr}$	Br_2				

105. 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
Метилэтиловый эфир	»	159,2	38,0
Уксусный альдегид	»	136,1	32,5

106. Константы каталитического действия ионов водорода

$$k = A e^{-E/RT}$$

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

107. Энергия активации некоторых каталитических реакций

Реакция дегидрирования спиртов (катализатор медь)

Спирт	E		Спирт	E	
	кдж/моль	ккал/моль		кдж/моль	ккал/моль
C ₂ H ₅ OH	62,8	15,0	n-C ₃ H ₇ OH	51,9	12,4
n-C ₃ H ₇ OH	50,6	12,1	и30-C ₃ H ₇ OH	25,1	6,0
				73,2 *	17,5 *

* Катализатор никель.

Реакция дегидратации спиртов (катализатор окись алюминия)

Спирт	E		Спирт	E	
	кдж/моль	ккал/моль		кдж/моль	ккал/моль
n-C ₃ H ₇ OH	119,5	28,5	и30-C ₃ H ₇ OH	109,0	26,0

108. Коэффициенты диффузии газов в воздухе

Для пересчета коэффициентов диффузии в м²/сек нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10⁻⁴.
Пример. Коэффициент диффузии анилина D = 0,061 см²/сек или 0,061 · 10⁻⁴ м²/сек.

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

109. Коэффициенты диффузии в жидкостях при атмосферном давлении

Для пересчета коэффициентов диффузии D в м²/сек нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10⁻⁴.
Пример. Коэффициент диффузии бензола при 25° C D = 2,15 · 10⁻⁹ см²/сек или 2,15 · 10⁻⁹ м²/сек.

Коэффициенты самодиффузии неэлектролитов

Вещество	Температура, °C	D · 10 ⁸ , см ² /сек	Вещество	Температура, °C	D · 10 ⁸ , см ² /сек
Бензол	25	2,15	Четыреххлористый углерод	25	1,41
	45	2,67		45	1,99
Этиловый спирт	25	1,05	Вода	25	2,43
	45	1,70		45	3,84

Коэффициенты диффузии электролитов в водных растворах при 25° C

Для пересчета коэффициентов диффузии D в м²/сек нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10⁻⁴.
Пример. Коэффициент диффузии хлористого бария при концентрации 0,5 моль/л D = 1,151 · 10⁻⁴ см²/сек или 1,151 · 10⁻⁴ м²/сек.

Вещество	D · 10 ⁸ (см ² /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
BaCl ₂	1,385	1,320	1,283	1,265	—	1,179	1,159	1,151	1,179	—
CaCl ₂	1,335	1,249	1,201	1,179	—	1,121	1,110	1,140	1,203	1,265
LaCl ₃	1,293	1,175	1,126	1,105	—	—	—	—	—	—
LiCl	1,366	1,345	1,331	1,323	1,312	1,28	1,27	1,28	1,30	1,43
KCl	1,993	1,964	1,945	1,934	1,917	1,864	1,844	1,850	1,892	2,112
KClO ₄	1,871	1,845	1,835	1,829	1,790	—	—	—	—	—
KNO ₃	1,928	1,899	1,879	1,866	1,846	—	—	—	—	—
MgCl ₂	1,249	1,187	1,158	—	—	—	—	—	—	—
NaCl	1,610	1,585	1,570	1,560	1,545	1,507	1,483	1,474	1,484	1,565
NaNO ₃	1,568	—	—	1,516	1,503	—	—	—	—	—
Na ₂ SO ₄	1,230	1,175	1,147	1,123	—	—	—	—	—	—
ZnSO ₄	0,846	0,748	0,724	0,705	—	—	—	—	—	—

110. Коэффициенты диффузии в твердых телах

Для пересчета коэффициентов диффузии D в м²/сек нужно числа, стоящие в таблице, умножить на 10⁻⁴.

Диффундирующее вещество	Диффузионная среда	D, см ² /сек	Диффундирующее вещество	Диффузионная среда	D, см ² /сек
C	α-Fe	$2 \cdot 10^{-2} e^{-\frac{20100}{RT}}$	Fe	FeO	$0,118 e^{-\frac{29700}{RT}}$
	γ-Fe	$1,9 \cdot 10^{-2} e^{-\frac{28300}{RT}}$		Fe ₂ O ₃	$4,0 \cdot 10^{15} e^{-\frac{112000}{RT}}$
Co	CoO	$2,15 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{34500}{RT}}$		Fe ₃ O ₄	$5,2 e^{-\frac{55000}{RT}}$
Cu	Fe	$3,0 e^{-\frac{61600}{RT}}$	H ₂	α-Fe	$2,2 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{2900}{RT}}$
	Ni	$1,01 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{35500}{RT}}$	N ₂	α-Fe	$6,6 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{18600}{RT}}$
	PbS	$5,0 \cdot 10^{-3} e^{-\frac{7130}{RT}}$	Pb	PbS	$1,3 e^{-\frac{42000}{RT}}$
Fe	Cu	$1,6 \cdot 10^6 e^{-\frac{93020}{RT}}$			