

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
**КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Кафедра физической и коллоидной химии**

**Справочные материалы**  
**по физической и коллоидной химии**

Справочное пособие  
для студентов всех специальностей  
и всех форм обучения

Кемерово 2005

УДК [541.1+541.18](075)  
ББК [24.5+24.6]я7  
С74

*Рецензенты:*

**Т.Г. Черкасова**, док.хим.наук., профессор;  
**М.М. Колосова**, канд.хим.наук, доцент

*Рекомендовано редакционно-издательским советом  
Кемеровского технологического института  
пищевой промышленности*

**Справочные материалы по физической и коллоидной химии:**

С74      Справочное пособие/Сост. Н.В. Кирсанова, Ю.В. Тарасова. – Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2005. – 89 с.  
ISBN

В разделах пособия приведены таблицы важнейших физико-химических величин, используемых при изучении физической и коллоидной химии, что будет способствовать повышению подготовки студентов и облегчению поиска необходимого справочного материала, используемого при физико-химических расчетах и в лабораторной практике.

Справочное пособие предназначено для студентов вузов всех специальностей и всех форм обучения, научных работников и аспирантов.

УДК [541.1+541.18](075)  
ББК [24.5+24.6]я7

ISBN

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс физической и коллоидной химии, основываясь на неорганической, органической и аналитической химии, завершает базовое высшее образование студентов в цикле химических дисциплин. Изучение физической и коллоидной химии объединяет и углубляет фундаментальные знания в области основных законов естествознания, позволяет создать теоретическую основу для изучения пищевых технологий с их сложными физико-химическими и коллоидно-химическими процессами.

Основным критерием усвоения теоретического материала является умение решать задачи. Это удобный способ проверки знаний в процессе изучения предмета и важное средство их закрепления.

В предлагаемом справочном пособии представлены необходимые для решения задач справочные данные.

Данное пособие содержит основные и производные единицы измерения физических величин Международной системы единиц (СИ); таблицы физико-химических характеристик веществ; диаграммы фазовых равновесий в одно- и двухкомпонентных гетерогенных системах. Некоторые данные, например, константы диссоциации кислот и оснований, а также диаграммы фазовых равновесий приведены в пособии более полно, чем в рекомендуемом кратком справочнике физико-химических величин под редакцией А.А. Равделя. Справочные данные сгруппированы по разделам и приведены в виде таблиц или диаграмм, что облегчает пользование пособием. В большинстве таблиц неорганические вещества расположены по алфавиту, а органические – в порядке увеличения числа атомов углерода в молекуле. Справочные данные приведены в объеме, необходимом для изучения физической и коллоидной химии в рамках программы, в том числе для решения задач, предлагаемых студентам в процессе изучения материала и проверки знаний.

Предлагаемое издание делает справочные данные более доступными для студентов. Кроме того, издание будет полезным еще и потому, что в разных справочниках приведены различные числовые значения одних и тех же величин, что приводит к получению несопоставимых результатов при физико-химических и коллоидно-химических расчетах.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b>	3
	<b>ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ</b>	
1	Единицы измерения физических величин	7
2	Важнейшие физические постоянные	8
3	Соотношения между единицами измерения и значения часто встречающихся величин	9
4	Метрическая система мер	9
5	Периодическая система элементов Д.И. Менделеева	10
	<b>СВОЙСТВА РАСТВОРИТЕЛЕЙ И РАСТВОРОВ</b>	
6	Показатели преломления жидкостей при 20 °С	12
7	Показатели преломления водных растворов при 20 °С	13
8	Ионное произведение воды $K_w$ при различных температурах	13
9	Плотность воды в интервале температур (-10 ÷ 100) °С	14
10	Плотность жидкостей в интервале (10 ÷ 50) °С	14
11	Вязкость воды в интервале (5 ÷ 100) °С	15
12	Поверхностное натяжение жидкостей в интервале (0 ÷ 60) °С	16
	<b>ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ</b>	
13	Давление насыщенного пара воды при различной температуре	18
14	Давление насыщенного пара ртути в интервале температур (- 40 ÷ 300) °С	19
15	Давление насыщенного пара металлов в интервале температур (400 ÷ 2000) К	20
16	Эбуллиоскопическая $E$ и криоскопическая $K$ постоянные некоторых растворителей	20
17	Стандартные температуры и теплоты испарения и плавления	21
18	Равновесия в однокомпонентных системах	22
19	Равновесия в двухкомпонентных системах	24

19.1	Диаграммы кипения	24
19.2.	Диаграммы из двух ограниченно растворимых жидкостей (диаграммы состояния расслаивающихся жидкостей)	30
19.3.	Диаграммы плавкости	34
	<b>ХИМИЧЕСКИЕ РАВНОВЕСИЯ</b>	
20	Термодинамические свойства простых веществ, соединений и ионов в водных растворах	51
21	Теплота сгорания некоторых веществ в стандартных условиях	58
22	Средняя теплоемкость простых веществ и соединений	60
23	Интегральная теплота растворения солей в воде при 25 °С	63
	<b>ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ</b>	
24	Средние ионные коэффициенты активности сильных электролитов в водных растворах при 25 °С	64
25	Константы диссоциации слабых кислот при 25 °С	67
26	Константы диссоциации оснований при 25 °С	69
27	Общие константы нестойкости некоторых комплексных ионов при T=298 К	70
28	Удельная электрическая проводимость растворов KCl в интервале (0 ÷ 30) °С	70
29	Молярная электрическая проводимость [(См·см <sup>2</sup> )/моль] разбавленных водных растворов электролитов при 25 °С	71
30	Предельная молярная электрическая проводимость ионов в воде в интервале температур (0 ÷ 25) °С	72
31	Абсолютные скорости ионов в водных растворах при t = 25 °С	73
32	Электрическая проводимость растворов слабых кислот и оснований при 25 °С	74
33	Произведение растворимости при 25 °С	75
34	Таблица растворимости солей, кислот и оснований в воде	77
35	Электрохимический ряд напряжений металлов	78

36	Последовательность окисления анионов на инертном аноде при электролизе	78
	<b>ТЕРМОДИНАМИКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b>	
37	Стандартные электродные потенциалы в водных растворах при 25 °С	79
	<b>АДСОРБЦИЯ</b>	
38	Характеристика адсорбентов	87
39	Константы $K$ и $\alpha$ в уравнении Марка-Хаувинка	88

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1. Единицы измерения физических величин

*Международная система единиц СИ. Основные единицы СИ*

<i>Название величины</i>	<i>Единицы измерения</i>	<i>Обозначения</i>
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Температура	градус Кельвина	К
Сила света	кандела	кд
Количество вещества	моль	моль

*Производные единицы системы СИ и некоторые внесистемные единицы, которые продолжают использоваться*

<i>Название величины</i>	<i>Единицы измерения</i>	<i>Обозначения</i>	<i>Размерность</i>
Объем	кубический метр	м <sup>3</sup>	
Объем	кубический дециметр (литр)	л	1 л = 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> = 1 дм <sup>3</sup>
Сила	Ньютон	Н	
Давление	Паскаль	Па	м·кг·с <sup>-2</sup>
Давление	мм.рт.ст.	мм.рт.ст.	
Энергия	Джоуль	Дж	м <sup>2</sup> ·кг·с <sup>-2</sup>
Энергия	калория	кал	
Электрический заряд	Кулон	Кл	А·с
Электрический потенциал	Вольт	В	Дж·А <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>
Электрическое сопротивление	Ом	Ом	В·А <sup>-1</sup>
Длина	Ангстрем	$\overset{0}{\underset{A}{\text{А}}}$	$1 \overset{0}{\underset{A}{\text{А}}} = 10^{-10} \text{ м}$

*Десятичные приставки к названиям единиц*

<i>Приставка</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Множитель</i>	<i>Приставка</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Множитель</i>
Тера	Т	$10^{12}$	санти	с	$10^{-2}$
Гига	Г	$10^9$	милли	м	$10^{-3}$
Мега	М	$10^6$	микро	мк	$10^{-6}$
кило	к	$10^3$	нано	н	$10^{-9}$
гекто	г	$10^2$	пико	п	$10^{-12}$
дека	да	10	фемто	ф	$10^{-15}$
деци	д	$10^{-1}$	атто	а	$10^{-18}$

## 2. Важнейшие физические постоянные

<i>Постоянная</i>	<i>Символ</i>	<i>Значение</i>
Скорость света в вакууме	c	$2,997925 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ $2,997925 \cdot 10 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$
Число Авогадро	$N_A$	$6,0225 \cdot 10^{23}$ частиц/моль
Постоянная Планка	h	$6,6256 \cdot 10^{-34}$ Дж·с $6,6256 \cdot 10^{-27}$ эрг·с
Постоянная Ридберга	$R_\infty$	$10973731 \text{ м}^{-1}$ $109737,31 \text{ см}^{-1}$
Газовая постоянная	R	$0,082054 \text{ л} \cdot \text{атм} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$ $8,3143 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ $1,9872 \text{ кал} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
Постоянная Фарадея	F	$9,648456 \cdot 10^4$ Кл/моль
Постоянная Больцмана	k	$1,380662 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Атомная единица массы	а.е.м.	$1,66053 \cdot 10^{-27}$ кг
Заряд электрона	e	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Кл $4,80298 \cdot 10^{-10}$ эл.-ст. ед
Масса покоя электрона	$m_e$	$9,1096 \cdot 10^{-31}$ кг $9,1096 \cdot 10^{-28}$ г 0,00055 а.е.м.
Радиус электрона		$2,8177 \cdot 10^{-15}$ м $2,8177 \cdot 10^{-13}$ см

*Окончание таблицы*

<i>Постоянная</i>	<i>Символ</i>	<i>Значение</i>
Масса покоя протона	$m_p$	$1,6725 \cdot 10^{-27}$ кг $1,6725 \cdot 10^{-24}$ г 1,007277 а.е.м.
Масса покоя нейтрона	$m_n$	$1,6748 \cdot 10^{-27}$ кг $1,6748 \cdot 10^{-24}$ г

### 3. Соотношения между единицами измерения и значения часто встречающихся величин

$$1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ мм.рт.ст.} = 133,3 \text{ Па}$$

$$1 \text{ атм} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Па (Н/м}^2\text{)}$$

### 4. Метрическая система мер

#### *Меры длины*

$$1 \text{ километр (км)} = 1000 \text{ метрам (м)}$$

$$1 \text{ метр (м)} = 10 \text{ дециметрам (дц)} = 100 \text{ сантиметрам (см)}$$

$$1 \text{ дециметр (дц)} = 10 \text{ сантиметрам (см)}$$

$$1 \text{ сантиметр (см)} = 10 \text{ миллиметрам (мм)}$$

#### *Меры объема*

$$1 \text{ куб. метр (м}^3\text{)} = 100 \text{ куб. дециметрам (дц}^3\text{)} = 1.000.000 \text{ куб. сантиметрам (см}^3\text{)}$$

$$1 \text{ куб. дециметр (дм}^3\text{)} = 1000 \text{ куб. сантиметрам (см}^3\text{)}$$

$$1 \text{ литр (л)} = 1 \text{ куб. дециметру (дм}^3\text{)}$$

$$1 \text{ миллилитр (мл)} = 1 \text{ куб. сантиметру (см}^3\text{)}$$

#### *Меры веса*

$$1 \text{ тонна (т)} = 1000 \text{ килограммам (кг)}$$

$$1 \text{ центнер (ц)} = 100 \text{ килограммам (кг)}$$

$$1 \text{ килограмм (кг)} = 1000 \text{ граммам (г)}$$

$$1 \text{ грамм (г)} = 1000 \text{ миллиграммам (мг)}$$

## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Период	Ряд	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	1	<b>H</b> <sup>1</sup> 1,0079						(H)				<b>He</b> <sup>2</sup> 4,00260			
2	2	<b>Li</b> <sup>3</sup> 6,941	<b>Be</b> <sup>4</sup> 9,01218	<b>B</b> <sup>5</sup> 10,810	<b>C</b> <sup>6</sup> 12,011	<b>N</b> <sup>7</sup> 14,0067	<b>O</b> <sup>8</sup> 15,9994	<b>F</b> <sup>9</sup> 18,9984				<b>Ne</b> <sup>10</sup> 20,179			
3	3	<b>Na</b> <sup>11</sup> 22,9898	<b>Mg</b> <sup>12</sup> 24,305	<b>Al</b> <sup>13</sup> 26,9815	<b>Si</b> <sup>14</sup> 28,0855	<b>P</b> <sup>15</sup> 30,9738	<b>S</b> <sup>16</sup> 32,060	<b>Cl</b> <sup>17</sup> 35,453				<b>Ar</b> <sup>18</sup> 39,948			
4	4	<b>K</b> <sup>19</sup> 39,0983	<b>Ca</b> <sup>20</sup> 40,080	<b>Sc</b> <sup>21</sup> 44,9559	<b>Ti</b> <sup>22</sup> 47,880	<b>V</b> <sup>23</sup> 50,9415	<b>Cr</b> <sup>24</sup> 51,996	<b>Mn</b> <sup>25</sup> 54,938	<b>Fe</b> <sup>26</sup> 55,847	<b>Co</b> <sup>27</sup> 58,9332	<b>Ni</b> <sup>28</sup> 58,690				
	5	<b>Cu</b> <sup>29</sup> 63,546	<b>Zn</b> <sup>30</sup> 65,380	<b>Ga</b> <sup>31</sup> 69,720	<b>Ge</b> <sup>32</sup> 72,590	<b>As</b> <sup>33</sup> 74,9216	<b>Se</b> <sup>34</sup> 78,960	<b>Br</b> <sup>35</sup> 79,904				<b>Kr</b> <sup>36</sup> 83,800			
5	6	<b>Rb</b> <sup>37</sup> 85,4678	<b>Sr</b> <sup>38</sup> 87,620	<b>Y</b> <sup>39</sup> 88,9059	<b>Zr</b> <sup>40</sup> 91,220	<b>Nb</b> <sup>41</sup> 92,9064	<b>Mo</b> <sup>42</sup> 95,940	<b>Tc</b> <sup>43</sup> [98]	<b>Ru</b> <sup>44</sup> 101,070	<b>Rh</b> <sup>45</sup> 102,905	<b>Pd</b> <sup>46</sup> 106,420				
	7	<b>Ag</b> <sup>47</sup> 107,868	<b>Cd</b> <sup>48</sup> 112,410	<b>In</b> <sup>49</sup> 114,820	<b>Sn</b> <sup>50</sup> 118,690	<b>Sb</b> <sup>51</sup> 121,750	<b>Te</b> <sup>52</sup> 127,600	<b>I</b> <sup>53</sup> 126,904				<b>Xe</b> <sup>54</sup> 131,290			
6	8	<b>Cs</b> <sup>55</sup> 132,905	<b>Ba</b> <sup>56</sup> 137,330	<b>La*</b> <sup>57</sup> 138,905	<b>Hf</b> <sup>72</sup> 178,490	<b>Ta</b> <sup>73</sup> 180,9479	<b>W</b> <sup>74</sup> 183,850	<b>Re</b> <sup>75</sup> 186,207	<b>Os</b> <sup>76</sup> 190,200	<b>Ir</b> <sup>77</sup> 192,220	<b>Pt</b> <sup>78</sup> 195,080				
	9	<b>Au</b> <sup>79</sup> 196,967	<b>Hg</b> <sup>80</sup> 200,590	<b>Tl</b> <sup>81</sup> 204,383	<b>Pb</b> <sup>82</sup> 207,200	<b>Bi</b> <sup>83</sup> 208,980	<b>Po</b> <sup>84</sup> [209]	<b>At</b> <sup>85</sup> [210]				<b>Rn</b> <sup>86</sup> [222]			
7	10	<b>Fr</b> <sup>87</sup> [223]	<b>Ra</b> <sup>88</sup> 226,025	<b>Ac*</b> <sup>89</sup> 227,028	<b>Rf</b> <sup>104</sup> [261]	<b>Db</b> <sup>105</sup> [262]	<b>Sg</b> <sup>106</sup> [266]	<b>Bh</b> <sup>107</sup> [264]	<b>Hs</b> <sup>108</sup> [269]	<b>Mt</b> <sup>109</sup> [268]					
актиноиды лантаноиды 90-103 58-71		<b>Ce</b> <sup>58</sup> 140,120	<b>Pr</b> <sup>59</sup> 140,908	<b>Nd</b> <sup>60</sup> 144,240	<b>Pm</b> <sup>61</sup> [145]	<b>Sm</b> <sup>62</sup> 150,360	<b>Eu</b> <sup>63</sup> 151,960	<b>Gd</b> <sup>64</sup> 157,250	<b>Tb</b> <sup>65</sup> 158,925	<b>Dy</b> <sup>66</sup> 162,500	<b>Ho</b> <sup>67</sup> 164,930	<b>Er</b> <sup>68</sup> 167,260	<b>Tm</b> <sup>69</sup> 168,934	<b>Yb</b> <sup>70</sup> 173,040	<b>Lu</b> <sup>71</sup> 174,967
		<b>Th</b> <sup>90</sup> 232,038	<b>Pa</b> <sup>91</sup> 231,036	<b>U</b> <sup>92</sup> 238,029	<b>Np</b> <sup>93</sup> 237,048	<b>Pu</b> <sup>94</sup> [244]	<b>Am</b> <sup>95</sup> [243]	<b>Cm</b> <sup>96</sup> [247]	<b>Bk</b> <sup>97</sup> [247]	<b>Cf</b> <sup>98</sup> [251]	<b>Es</b> <sup>99</sup> [252]	<b>Fm</b> <sup>100</sup> [257]	<b>Md</b> <sup>101</sup> [260]	<b>No</b> <sup>102</sup> [259]	<b>Lr</b> <sup>103</sup> [262]

## СВОЙСТВА РАСТВОРИТЕЛЕЙ И РАСТВОРОВ

### 6. Показатели преломления жидкостей при 20 °С

Спектральная линия D натрия  $\lambda = 589$  нм;  $\frac{dn}{dt}$  – температурный коэффициент

показателя преломления, справедливый в интервале  $(20 \pm 10)$  °С

<i>Вещество</i>	$n_D^{20}$	$-\frac{dn_D}{dt} \cdot 10^4$
Анилин C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	1,5861	5,2
Ацетон C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	1,3591	4,9
Бензиловый спирт C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	1,5405	4,0
Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1,5011	6,35
1-Бутанол C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1,3993	3,9
2-Бутанол C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1,3958	3,9
Вода H <sub>2</sub> O	1,3330	0,8
Гексан C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	1,3751	5,4
Глицерин C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	1,4744	2,2
Диэтиловый эфир C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1,3526	5,6
Метанол CH <sub>4</sub> O	1,3288	3,9
Уксусная кислота C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	1,3718	3,9
Пентан C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	1,3577	5,78
Пиридин C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	1,5095	5,5
1-Пропанол C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	1,3854	3,8
2-Пропанол C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	1,3776	3,9
Пропионовая кислота C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1,3869*	3,8
Тетрахлорметан CCl <sub>4</sub>	1,4603	5,5
Толуол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	1,4969	5,67
Фенол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	1,54 (45°C)	-
Циклогексан C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	1,4263*	5,44
Этанол C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	1,3611	4,0

\* линия D гелия

## 7. Показатели преломления водных растворов при 20 °С

<b>Растворенное вещество</b>	<b><math>n_D^{20}</math> при массовом содержании растворенного вещества, %</b>				
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
Метанол $\text{CH}_4\text{O}$	1,3353	1,3381	1,3404	1,3419	1,3424
Этанол $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	1,3396	1,3470	1,3535	1,3580	1,3612
Ацетон $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	1,3403	1,3477	1,3537	1,3584	1,3624
1-Пропанол $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	1,3422	1,3515	1,3579	1,3639	1,3691
2-Пропанол $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	1,3421	1,3512	1,3588	1,3640	1,3684
Уксусная кислота $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	1,3402	1,3473	1,3540	1,3599	1,3655
Сахароза $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	1,3478	1,3638	1,3811	1,4016	1,4200
<b>Растворенное вещество</b>	<b><math>n_D^{20}</math> при массовом содержании растворенного вещества, %</b>				
	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>
Метанол $\text{CH}_4\text{O}$	1,3417	1,3401	1,3474	1,3335	1,3286
Этанол $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	1,3633	1,3646	1,3649	1,3642	1,3361
Ацетон $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	1,3644	1,3654	1,3648	1,3625	1,3591
1-Пропанол $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	1,3740	1,3780	1,3814	1,4842	1,3854
2-Пропанол $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	1,3719	1,3746	1,3766	1,3777	1,3773
Уксусная кислота $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	1,3702	1,3740	1,3769	1,3772	1,3717
Сахароза $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	1,4418	1,4651	1,4901	-	-

## 8. Ионное произведение воды $K_w$ при различных температурах

<b>T, °C</b>	<b><math>K_w \cdot 10^{14}</math></b>	<b>T, °C</b>	<b><math>K_w \cdot 10^{14}</math></b>
0	0,11	35	2,02
10	0,29	40	2,92
15	0,45	50	5,47
20	0,68	60	9,61
25	1,00	80	26,1
30	1,47	≈100	59,0

### 9. Плотность воды в интервале температур (-10 ÷ 100) °С

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3$
-10	0,99815	21	0,99802	45	0,99025
-5	0,99930	22	0,99780	50	0,98807
0	0,99987	23	0,99756	55	0,98573
4	1,00000	24	0,99732	60	0,98324
5	0,99999	25	0,99707	65	0,98059
10	0,99973	26	0,99681	70	0,97781
15	0,99913	27	0,99654	75	0,97489
16	0,99897	28	0,99626	80	0,97183
17	0,99880	29	0,99597	85	0,96865
18	0,99862	30	0,99567	90	0,96534
19	0,99843	35	0,99406	95	0,96192
20	0,99823	40	0,99224	100	0,95838

### 10. Плотность жидкостей в интервале (10 ÷ 50) °С

Вещество	$\rho \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3, \text{при температуре, } ^\circ\text{C}$				
	10	20	30	40	50
Метанол $\text{CH}_4\text{O}$	0,8008	0,7915	0,7825	0,7740	0,7650
Этанол $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	0,7979	0,7893	0,7810	0,7722	0,7632
Ацетон $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	0,8014	0,7905	0,7793	0,7682	0,7560
1-Пропанол $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	(0,811)	0,8040	(0,797)	0,7875	(0,780)
2-Пропанол $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	-	0,7851	-	-	-
Уксусная кислота $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	1,0593	1,0491	1,0392	1,0282	1,0175
Тетрахлорметан $\text{CCl}_4$	1,6135	1,5940	1,5748	1,5557	1,5361
Бензол $\text{C}_6\text{H}_6$	0,8895	0,8790	0,8685	0,85760	0,8466
Гексан $\text{C}_6\text{H}_{14}$	0,6684	0,6595	0,6505	0,6412	0,6318
Нитробензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$	1,2131	1,2033	1,1936	1,1837	1,1740
Толуол $\text{C}_7\text{H}_8$	0,8782	0,8670	0,8580	0,8483	0,8388
Хлорбензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	1,1171	1,1062	1,0954	1,084	1,0742
Циклогексан $\text{C}_6\text{H}_{12}$	0,7879	0,7786	0,7691	0,7596	0,7499

### 11. Вязкость воды в интервале (5 ÷ 100) °С

$t, ^\circ\text{C}$	$\eta_0, \text{мПа}\cdot\text{с}$	$x = \lg\eta_0$
5	1,5193	0,182
10	1,3073	0,116
15	1,1383	0,056
20	1,0020	0,001
25	0,8902	-0,050
30	0,7973	-0,098
35	0,7191	-0,143
40	0,6527	-0,185
45	0,5961	-0,225
50	0,5471	-0,262
55	0,5044	-0,297
60	0,4670	-0,331
65	0,4339	-0,363
70	0,4046	-0,393
75	0,3785	-0,422
80	0,3551	-0,450
85	0,3341	-0,476
90	0,3150	-0,502
95	0,2978	-0,526
100	0,2821	-0,550

## 12. Поверхностное натяжение жидкостей в интервале (0 ÷ 60) °С

Вещество	$\sigma \cdot 10^3$ Н/м при температуре, °С							
	0	10	20	25	30	40	50	60
Аллиловый спирт C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O	-	-	25,68	-	24,92	-	-	-
Анилин C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	45,42	44,38	43,30	-	42,24	41,20	40,10	39,40
Ацетон C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O	26,21	25,00	23,70	-	22,01	21,16	19,90	18,61
Бензиловый спирт C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	-	-	42,76	-	38,94	-	-	-
Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	-	30,24	28,88	28,18	27,49	26,14	24,88	23,66
1-Бутанол C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	26,2	25,4	24,6	-	23,8	23,0	22,1	21,4
2-Бутанол C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	-	-	22,7 (18°С)	-	-	-	-	-
Вода H <sub>2</sub> O	75,62	74,22	72,75	71,96	71,15	69,55	67,91	66,17
Гексан C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	20,56	19,51	18,42	-	17,40	16,31	15,26	14,23
Гептан C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	-	-	20,86	-	19,54	18,47	17,42	16,39
Глицерин C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	-	-	59,4	-	59,0	58,5	58,0	57,4
1,4-Диоксан C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	-	-	-	32,96	-	-	-	-
Диэтиловый эфир C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	19,4	18,2	17,0	-	15,8	14,6	13,5	12,4
Метанол CH <sub>4</sub> O	24,5	23,5	22,61	-	21,8	20,9	20,1	19,3
Муравьиная кислота CH <sub>2</sub> O	-	38,13	37,58	-	36,48	-	-	-
Нитробензол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> N	46,4	45,2	43,9	-	42,7	41,5	40,2	39,0
1-Пропанол C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	-	-	-	22,9	-	-	-	-

Окончание таблицы

Вещество	$\sigma \cdot 10^3$ Н/м при температуре, °С							
	0	10	20	25	30	40	50	60
2-Пропанол C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	-	-	21,7 (18 <sup>0</sup> С)	-	-	-	-	-
Пропионо- вая кислота C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	-	27,21	26,70	-	25,71	-	-	-
Сероуглерод CS <sub>2</sub>	35,45	33,90	32,25	-	30,85	-	27,8	-
Тетрахлор- метан CCl <sub>4</sub>	29,38	28,05	25,68	-	25,54	24,41	23,22	22,38
Толуол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	30,92	29,70	28,53	27,92	27,32	26,15	25,04	23,94
Трихлорме- тан CHCl <sub>3</sub>	-	28,50	27,14	-	25,89	-	-	21,73
Уксусная кислота C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	-	28,8	27,8	-	26,8	25,8	24,8	23,8
Фенол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	-	-	40,9*	-	-	-	37,66	36,57
Циклогексан C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	-	26,15	24,95	24,35	23,75	22,45	21,35	-
Этанол C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	24,05	23,14	22,03	-	21,48	20,20	19,80	18,43
Октан C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	23,70	22,73	21,76	-	20,79	19,78	-	-
Метилаце- тат C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	-	-	23,84	-	22,38	-	-	-
Этилацетат C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	26,5	24,36 (15 <sup>0</sup> С)	23,75	-	22,25	-	20,2	-

---

\* переохлажденная жидкость

## ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ

### 13. Давление насыщенного пара воды при различной температуре

$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{Па}$	$P, \text{мм.рт.ст.}$
0,0	610,8	4,581
5,0	871,8	6,539
10,0	1227,1	9,204
15,0	1704,1	12,782
20,0	2336,8	17,527
25,0	3166,3	23,75
30,0	4241,7	31,82
35,0	5621,7	42,17
40,0	7374,9	55,32
50,0	12335	92,52
55,0	15740	118,06
60,0	19919	149,40
65,0	25008	187,58
70,0	31161	233,73
75,0	38548	289,13
80,0	47359	355,22
85,0	57803	433,56
90,0	70108	525,85
95,0	84525	633,99
100,0	101325	760,0
100,0	101,32	1,00
110,0	143,26	1,41
120,0	198,54	1,96
130,0	270,12	2,67
140,0	361,36	3,57
150,0	475,97	4,70
160,0	618,04	6,10
170,0	792,02	7,82
180,0	1002,7	9,90
190,0	1255,2	12,39
200,0	1555,1	15,35

Окончание таблицы

$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{кПа}$	$P, \text{атм}$
220,0	2320,1	22,90
240,0	3348,0	33,04
260,0	4694,0	46,33
280,0	6419,1	63,35
300,0	8591,7	84,79
320,0	11290	111,4
340,0	14608	144,2
360,0	18674	184,3
370,0	21053	207,8

**14. Давление насыщенного пара ртути в интервале температур (- 40 ÷ 300)  $^\circ\text{C}$**

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

### 15. Давление насыщенного пара металлов в интервале температур (400 ÷ 2000) К

<i>Металл</i>	<i>Давление (Па) при температуре (К)</i>					
	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>1200</b>
Li	-	$7,85 \cdot 10^{-7}$	$4,19 \cdot 10^{-4}$	0,9856	95,59	1955
Na	$1,69 \cdot 10^{-4}$	$8,74 \cdot 10^{-2}$	4,524	880,7	17730	-
K	$1,56 \cdot 10^{-2}$	2,74	82,5	5465	64900	-
Mg	-	$4,23 \cdot 10^{-5}$	$1,48 \cdot 10^{-2}$	21,06	1427	19730
Ca	-	$3,04 \cdot 10^{-8}$	$3,32 \cdot 10^{-5}$	0,185	18,4	771,9
Zn	$1,46 \cdot 10^{-6}$	$3,48 \cdot 10^{-3}$	0,623	320	11410	-
Cd	$2,48 \cdot 10^{-4}$	0,2013	16,53	2933	62130	-
	<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>1200</b>	<b>1500</b>	<b>1800</b>	<b>2000</b>
Ag	$1,31 \cdot 10^{-7}$	$7,48 \cdot 10^{-4}$	0,164	34,5	1140	6506
Si	-	$5,63 \cdot 10^{-8}$	$1,15 \cdot 10^{-4}$	0,227	27,73	249,3
Ge	-	$2,72 \cdot 10^{-8}$	$5,61 \cdot 10^{-5}$	$6,17 \cdot 10^{-2}$	6,39	63,2
Sn	-	$6,67 \cdot 10^{-6}$	$2,60 \cdot 10^{-3}$	0,952	48,66	345,3
Pb	$5,43 \cdot 10^{-3}$	1,48	59,6	2347	26130	86390
Mn	$4,79 \cdot 10^{-7}$	$2,04 \cdot 10^{-3}$	0,481	100,7	2453	11810
Fe	-	-	$1,48 \cdot 10^{-5}$	$3,61 \cdot 10^{-2}$	6,13	70,4
Ni	-	$1,25 \cdot 10^{-5}$	$1,01 \cdot 10^{-2}$	7,43	585,3	4520

### 16. Эбулиоскопическая $E$ и криоскопическая $K$ постоянные некоторых растворителей

<i>Растворитель</i>	<i><math>E, K \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}</math></i>	<i><math>K, K \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}</math></i>
Вода	0,52	1,86
Бензол	2,57	5,10
Анилин	3,69	5,87
Этанол	1,16	-
Ацетон	1,50	2,40
Хлороформ	3,89	4,90
Диэтиловый эфир	2,02	1,73

## 17. Стандартные температуры и теплоты испарения и плавления

<i>Вещество</i>	<i>T<sub>кит</sub>, K</i>	<i>ΔH<sub>исп</sub>, кДж/моль</i>
HCl	188,1	16,2
HF	292,7	32,6
HBr	206,4	17,6
HI	237,8	19,8
H <sub>2</sub> S	212,8	18,7
H <sub>2</sub> Se	231,7	19,9
H <sub>2</sub> Te	271,0	23,4
NH <sub>3</sub>	239,8	23,4
PH <sub>3</sub>	185,7	14,7
AsH <sub>3</sub>	210,7	16,7
SbH <sub>3</sub>	255,0	21,1
H <sub>2</sub> O	373,2	41,1
CCl <sub>4</sub>	349,8	30,0
HCOOH	373,6	36,2
CH <sub>3</sub> OH	337,7	50,8
CCl <sub>3</sub> OH	334,3	54,4
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	351,7	38,6
CH <sub>3</sub> COOH	391,0	78,9
CH <sub>2</sub> ClCOOH	463,0	56,5
CHCl <sub>2</sub> COOH	467,2	55,4
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	353,2	30,8
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	405,0	42,8
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> I	462,0	46,8
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Br	429,0	42,7
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	483,6	53,3
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	351,4	25,8
HCl	159,0	1,99
NH <sub>3</sub>	195,5	5,65
H <sub>2</sub> O	273,2	6,01
CCl <sub>4</sub>	250,2	2,51
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	156,2	5,02
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	278,6	9,83
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	178,2	6,53

## 18. Равновесия в однокомпонентных системах

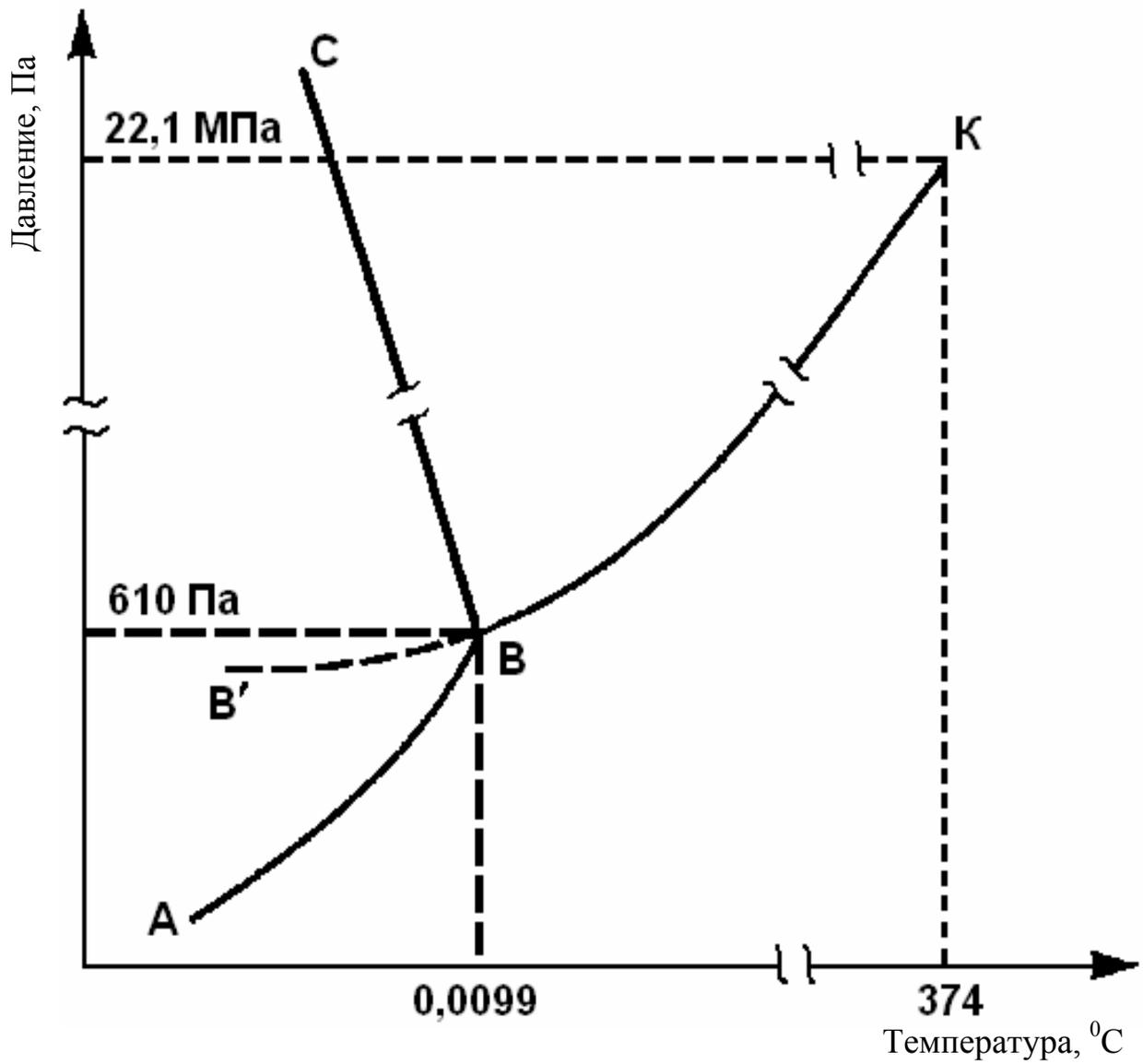


Рис. 18.1. Диаграмма состояния воды

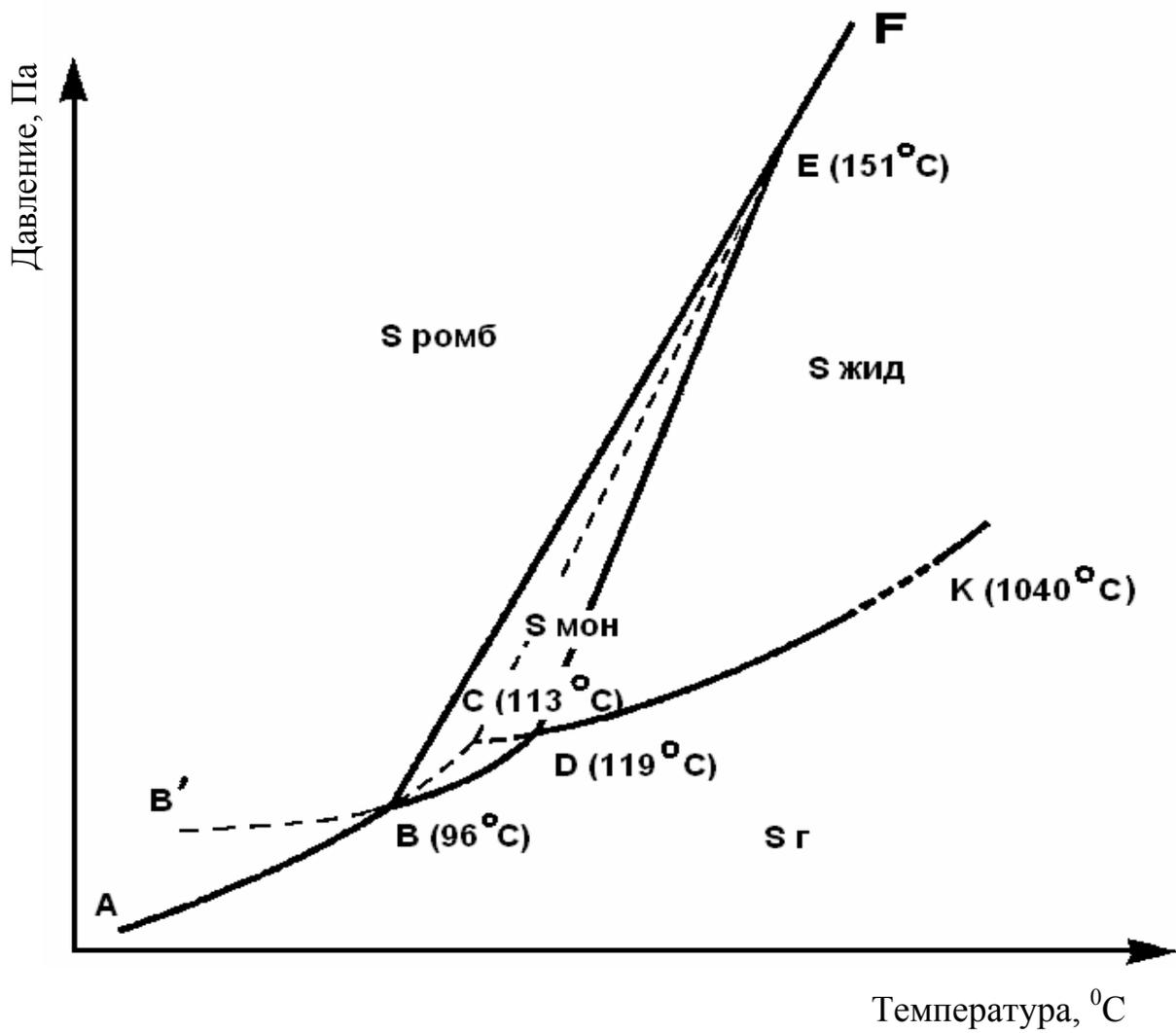
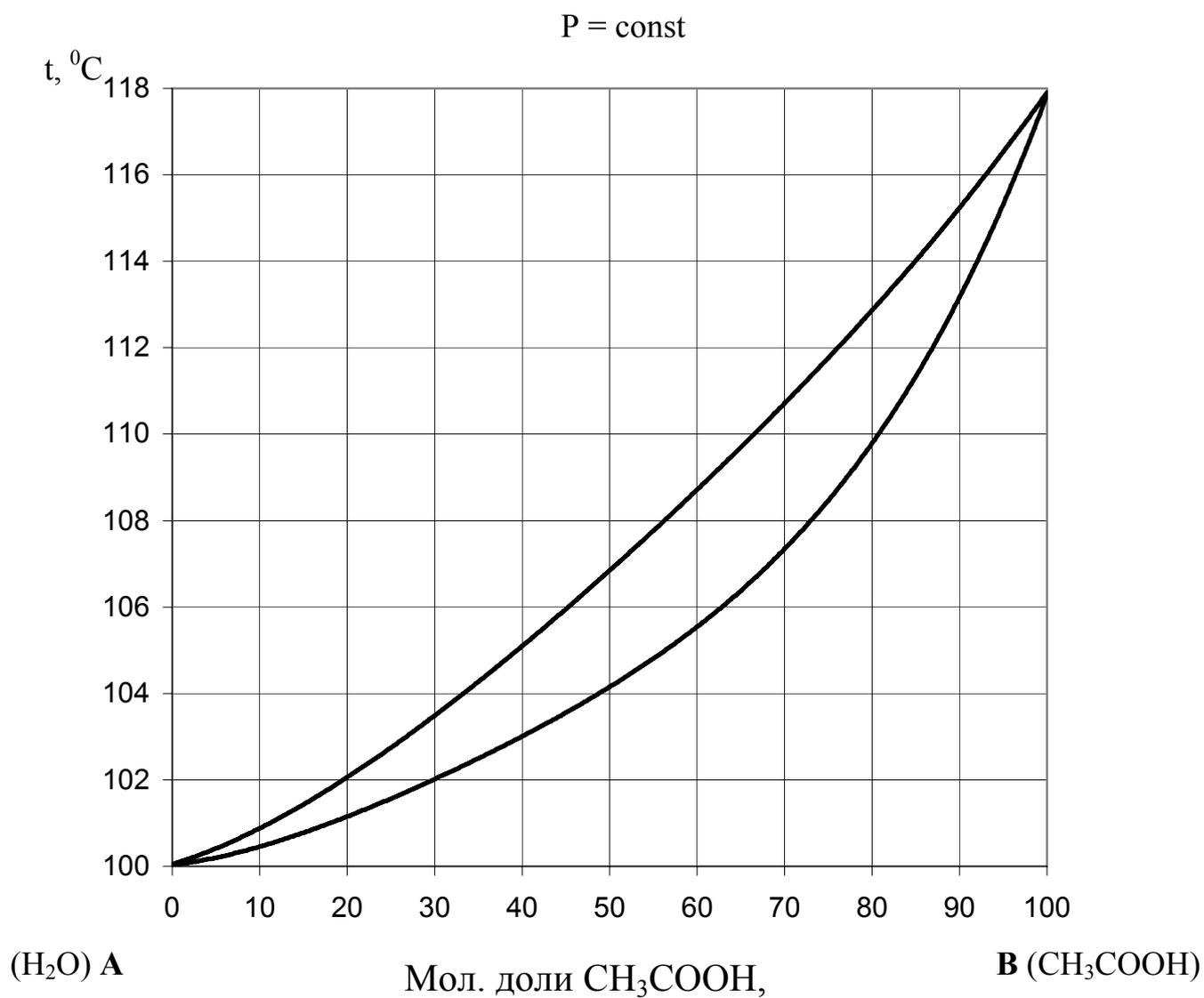


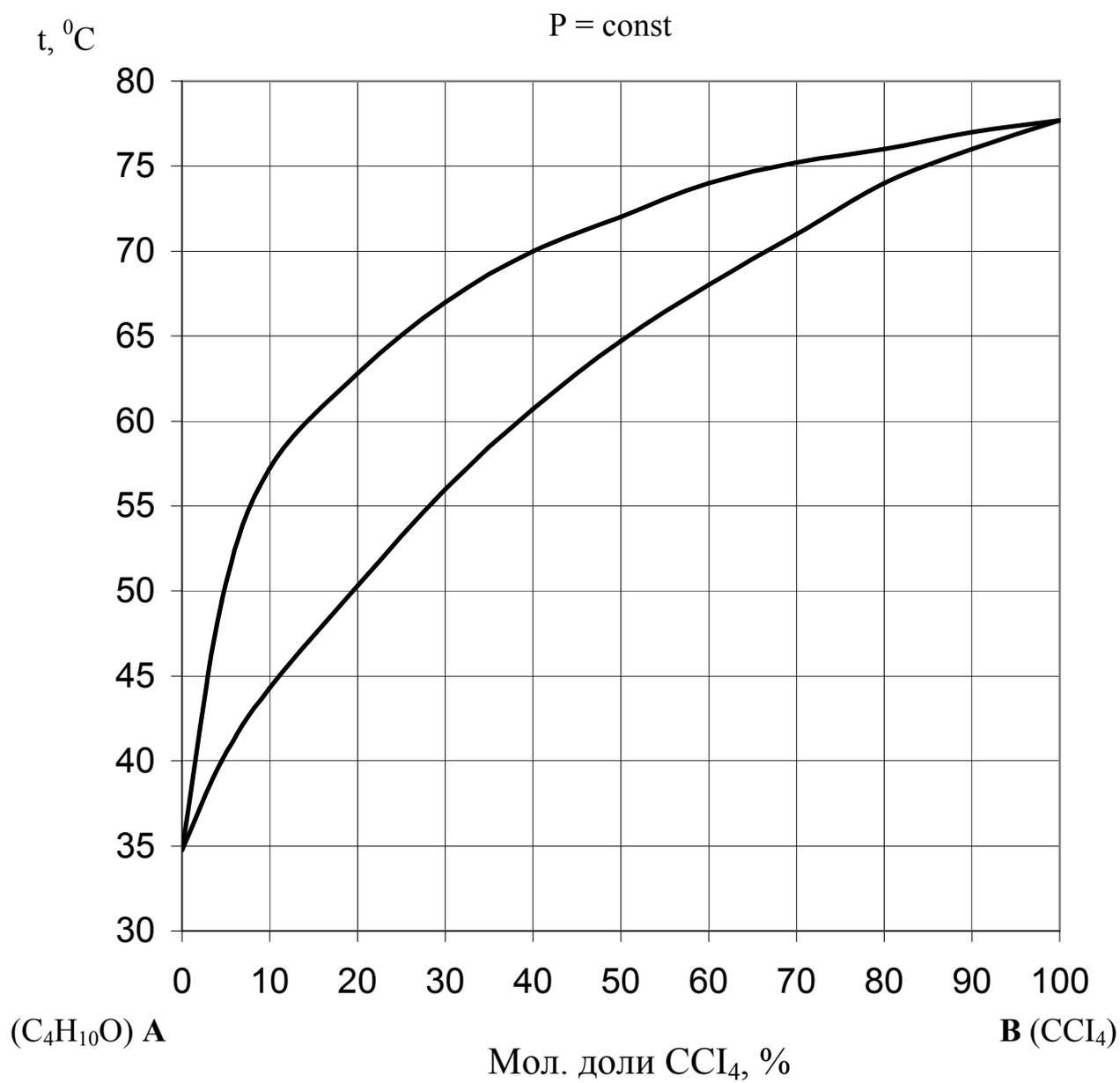
Рис. 18.2. Диаграмма состояния серы

## 19. Равновесия в двухкомпонентных системах

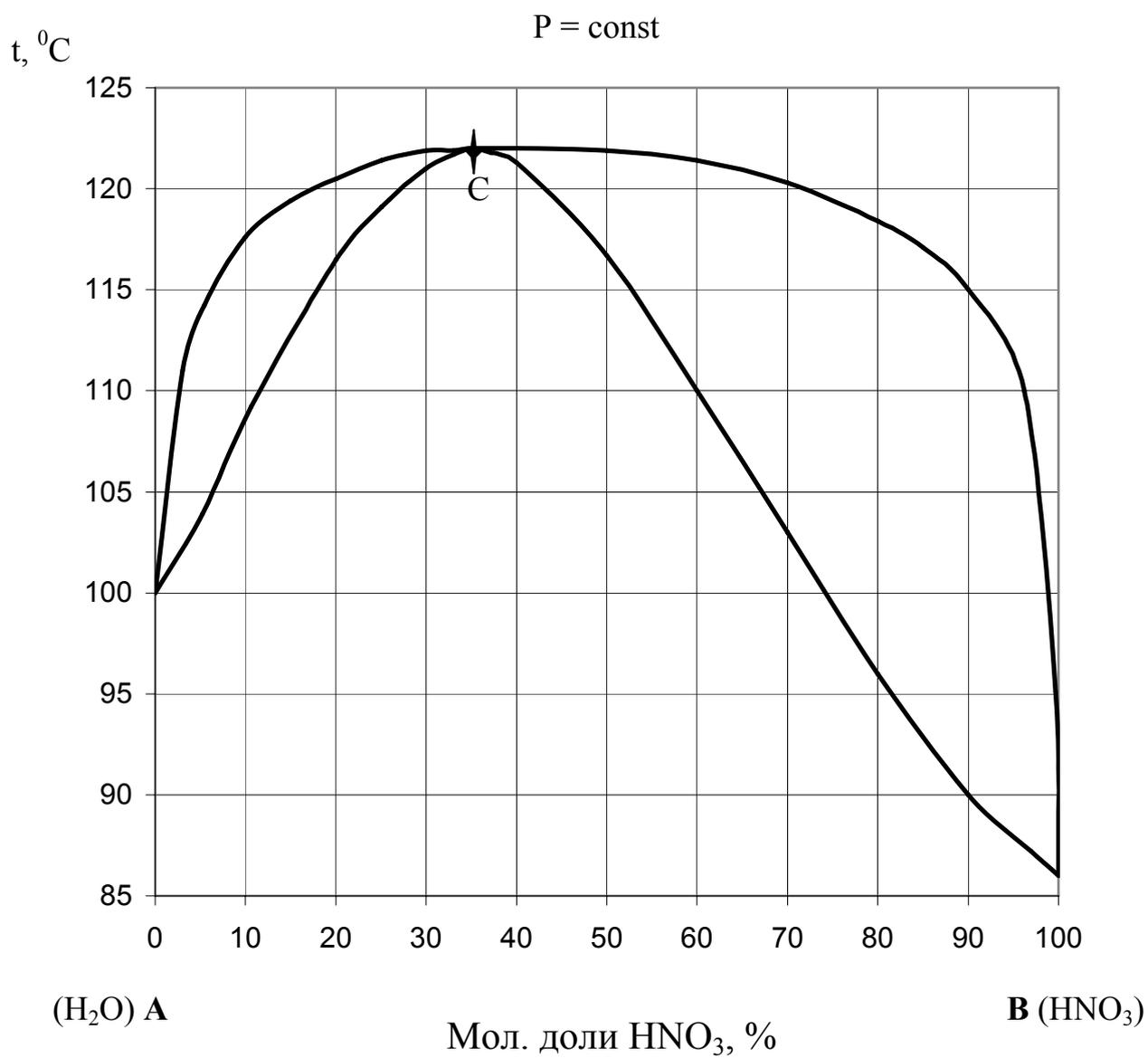
### 19.1. Диаграммы кипения



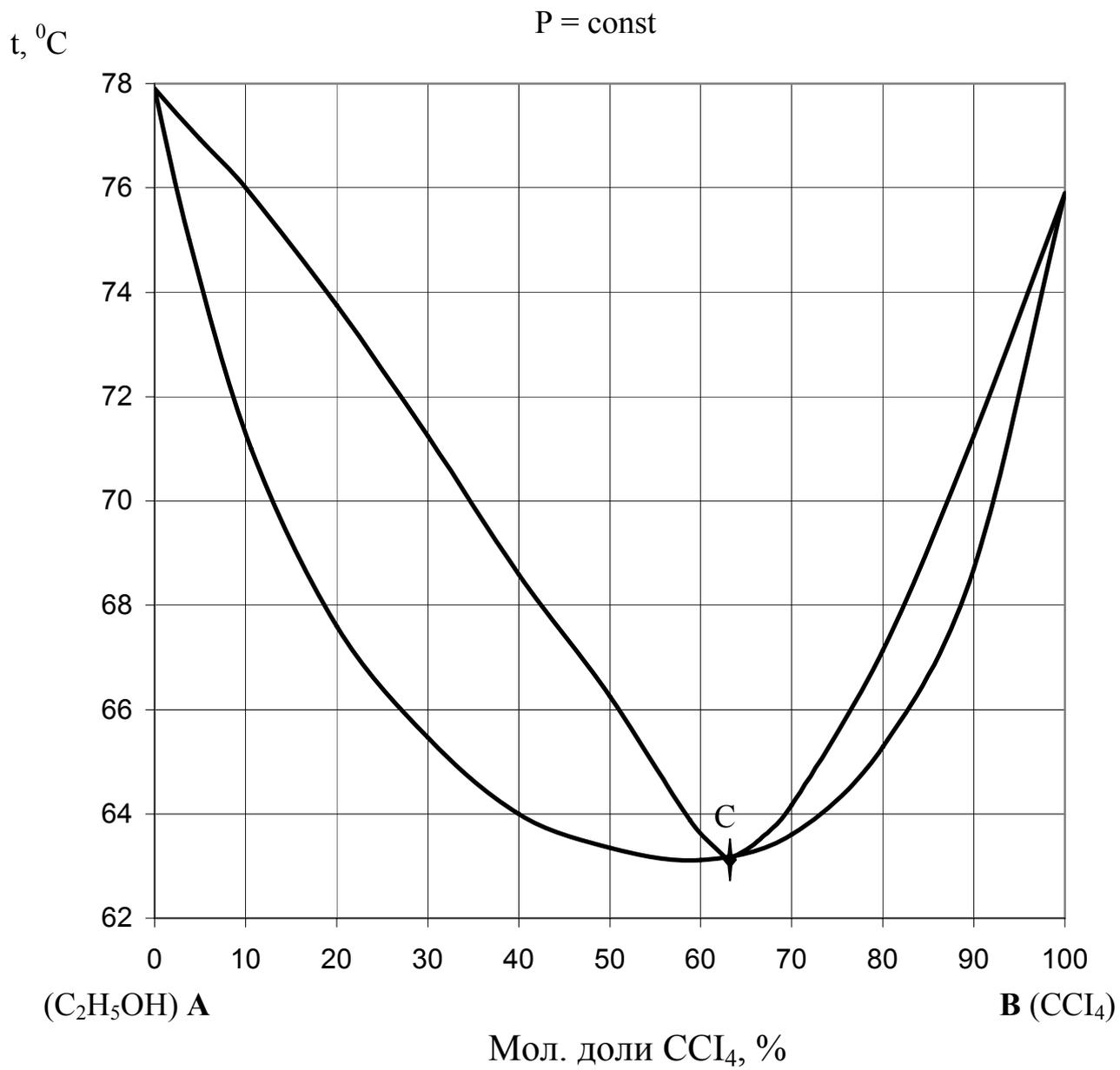
**Рис. 19.1.1.  $\text{H}_2\text{O} - \text{CH}_3\text{COOH}$**



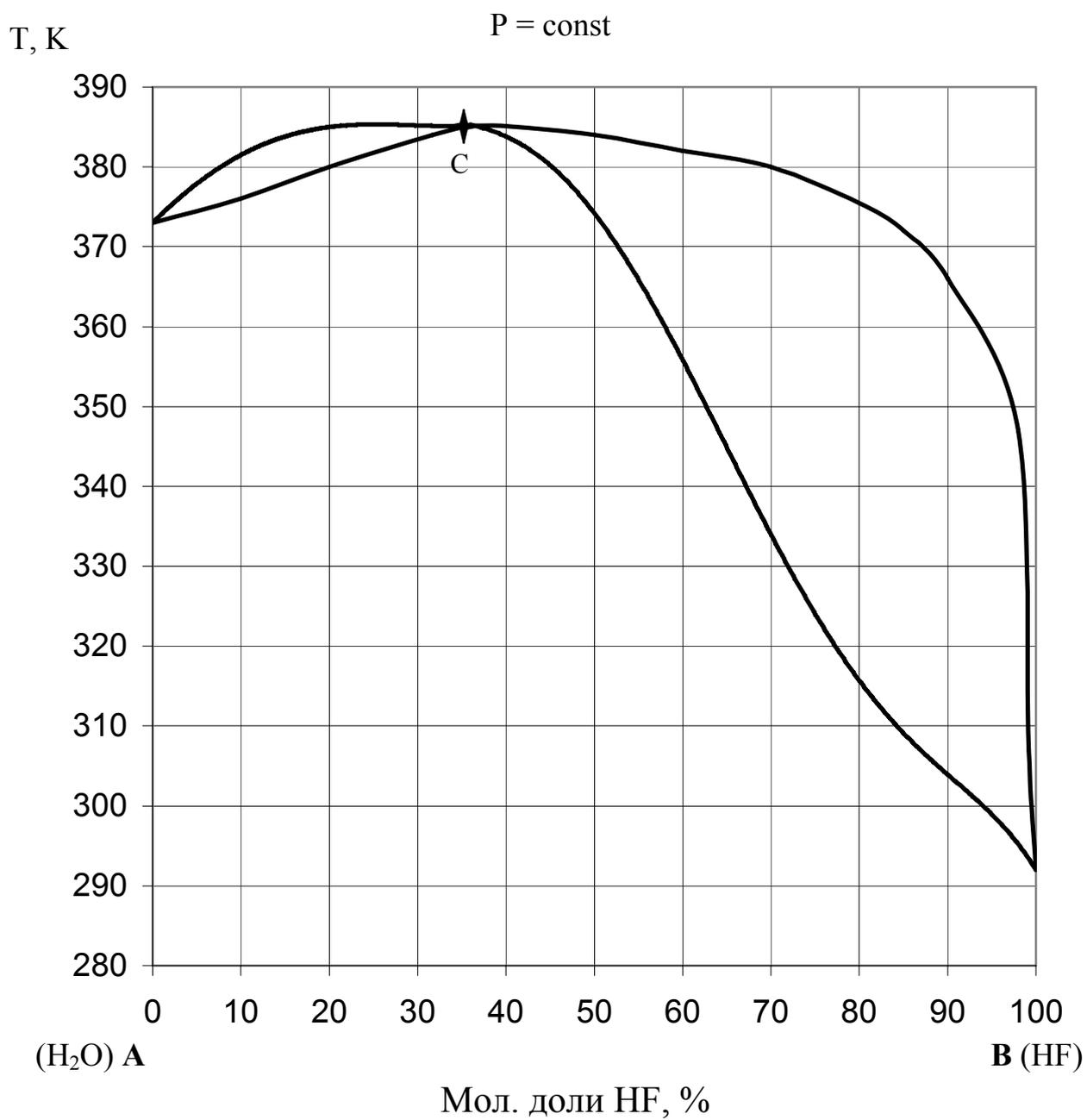
**Рис. 19.1.2.  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} - \text{CCl}_4$**



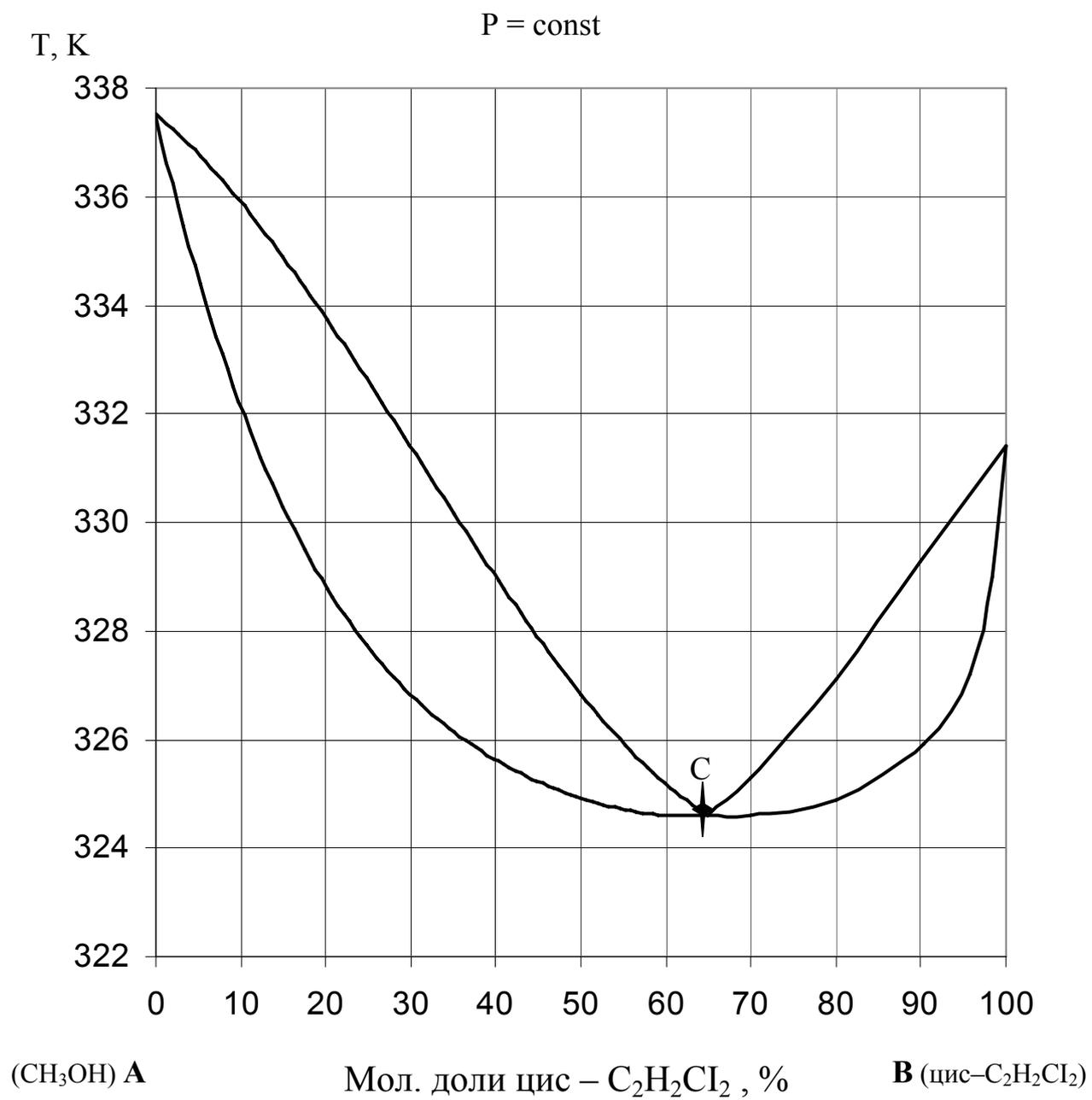
**Рис. 19.1.3.  $\text{H}_2\text{O} - \text{HNO}_3$**



**Рис. 19.1.4.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - \text{CCl}_4$**

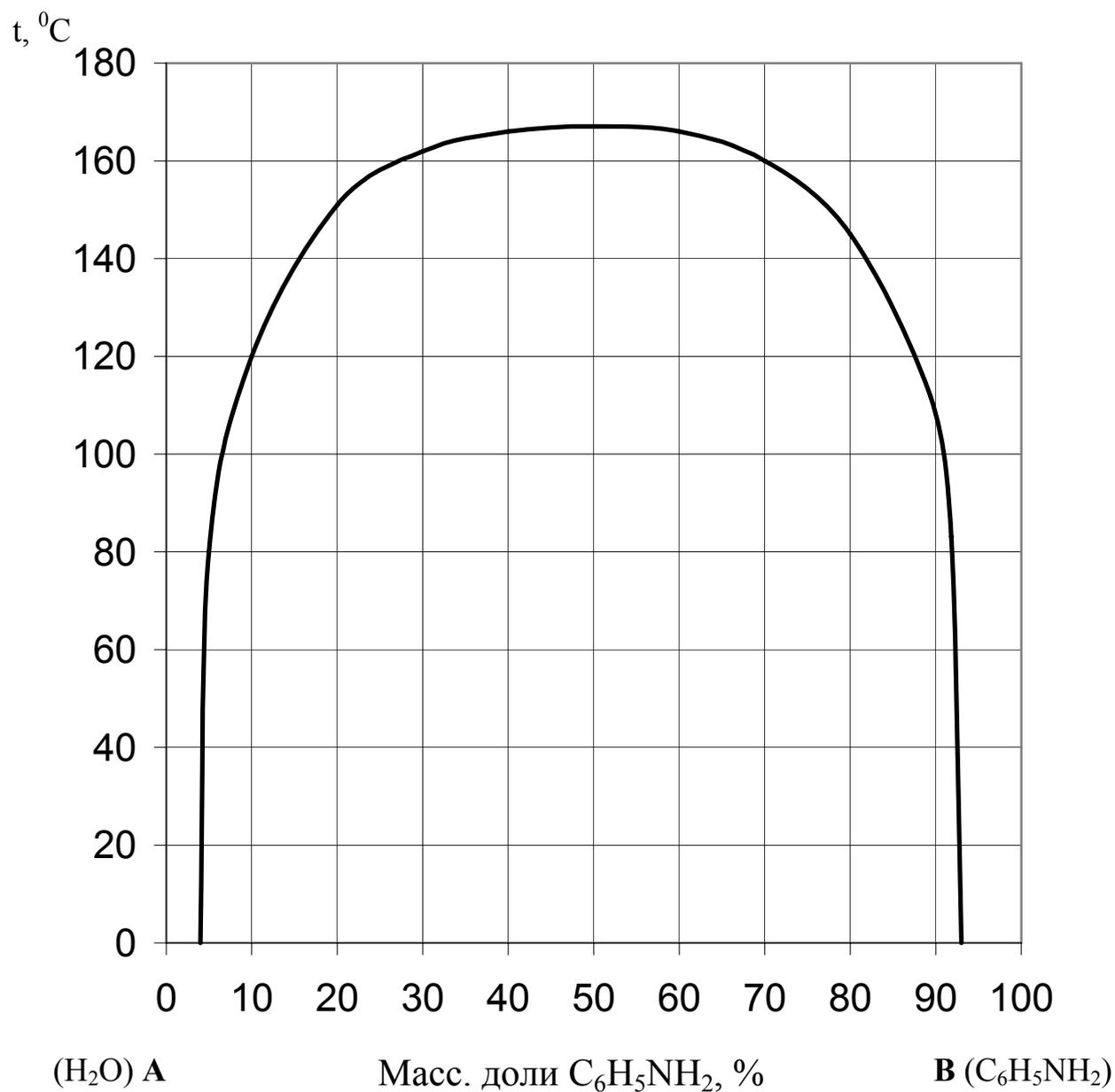


**Рис. 19.1.5. H<sub>2</sub>O – HF**



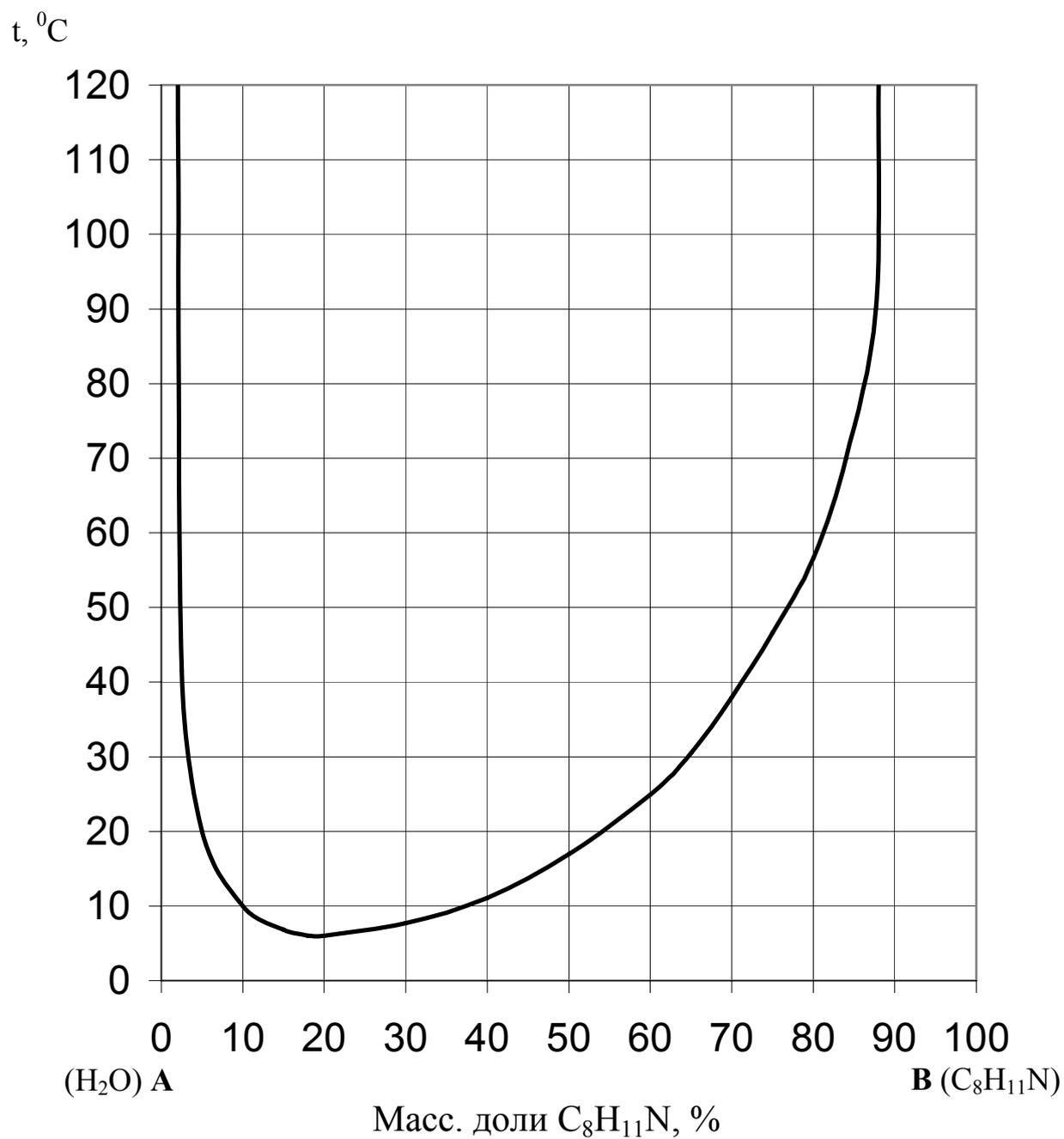
**Рис. 19.1.6. CH<sub>3</sub>OH – цис-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>**

**19.2. Диаграммы из двух ограниченно растворимых жидкостей  
(диаграммы состояния расслаивающихся жидкостей)**

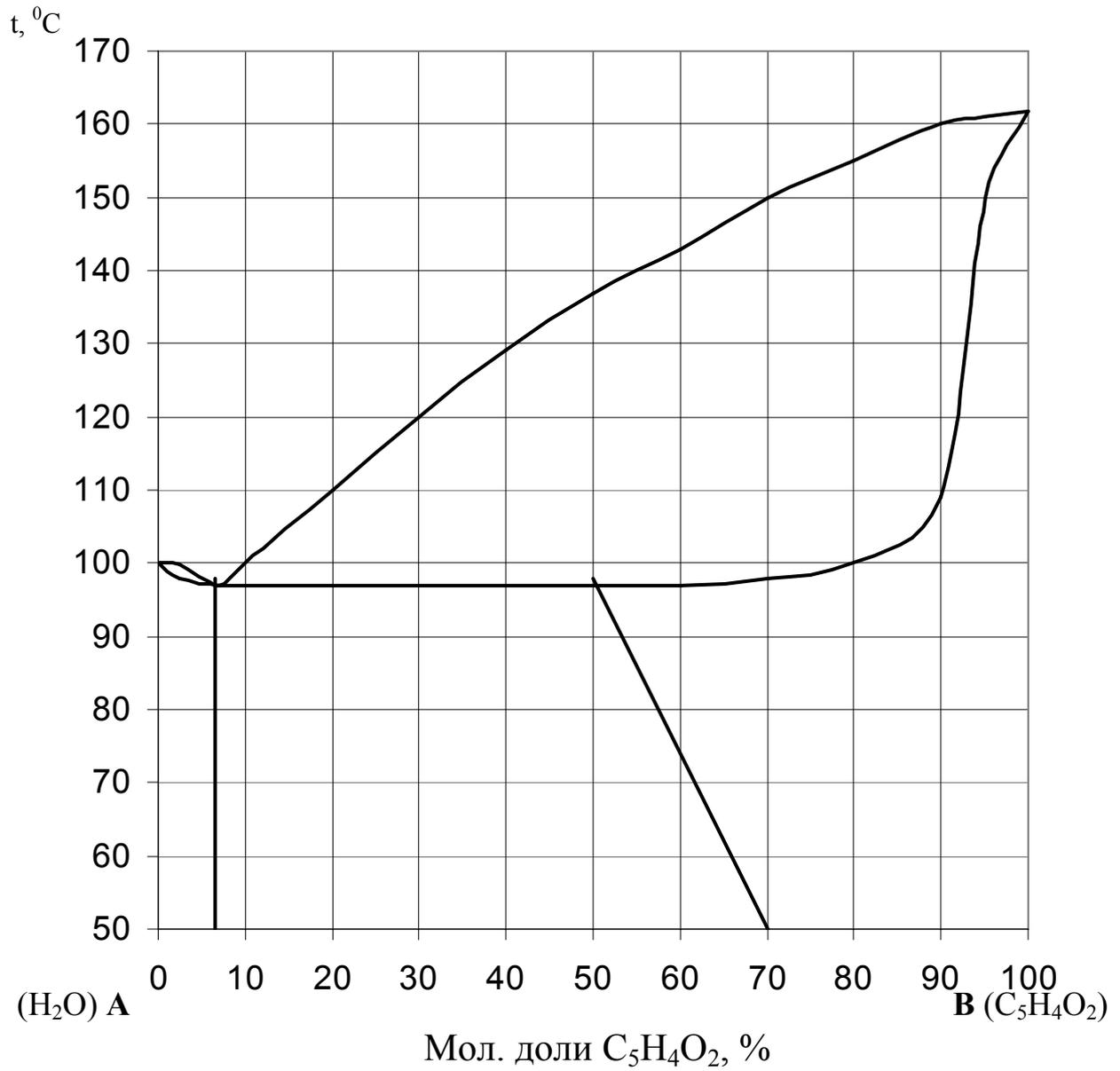


**Рис. 19.2.7. H<sub>2</sub>O – C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>  
(вода – анилин)**



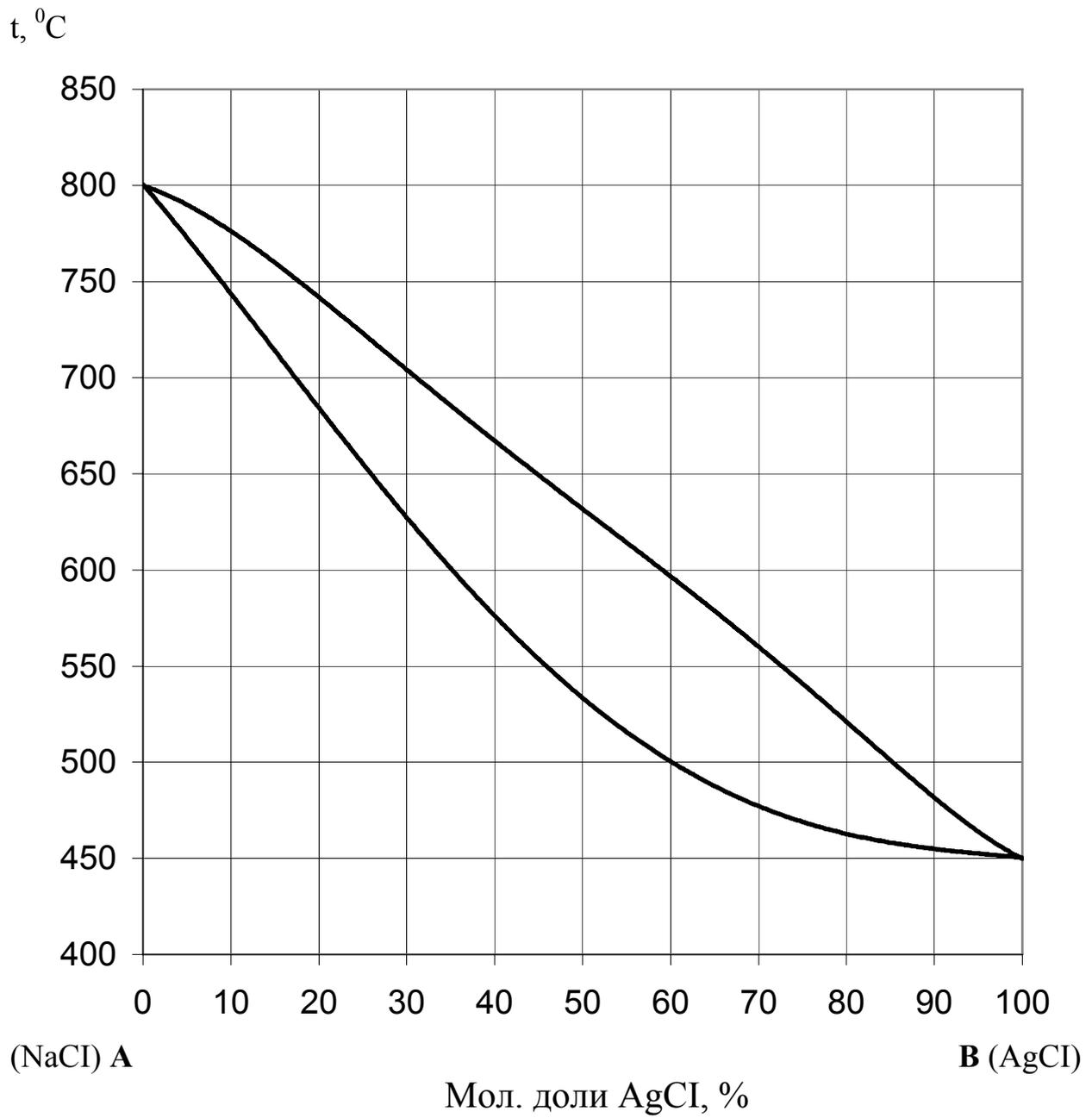


**Рис. 19.2.9. H<sub>2</sub>O – C<sub>8</sub>H<sub>11</sub>N**  
**(вода – 2,3,4 – триметилпиридин)**

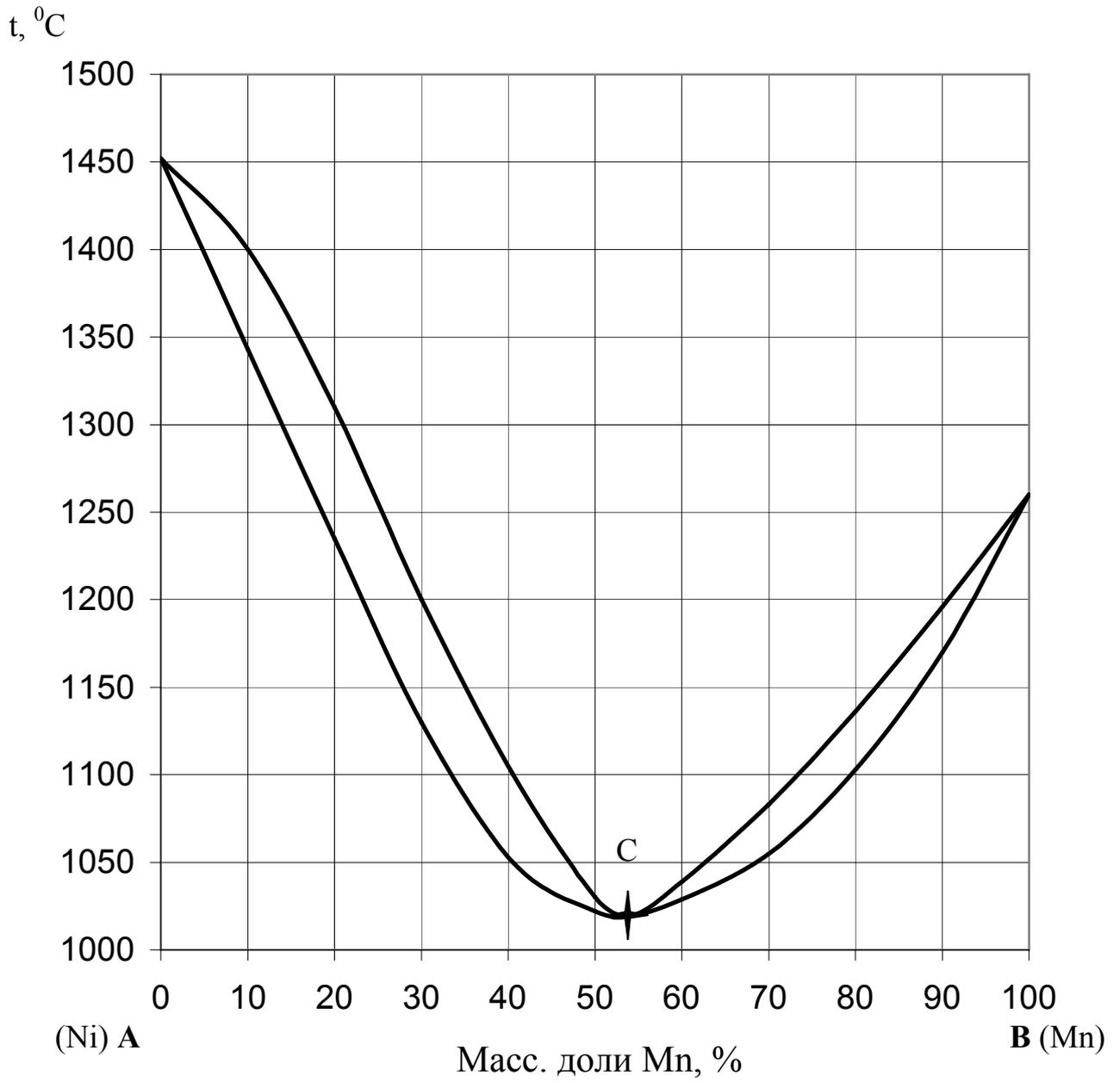


**Рис. 19.2.10. H<sub>2</sub>O – C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>**  
**(вода - фурфурол)**

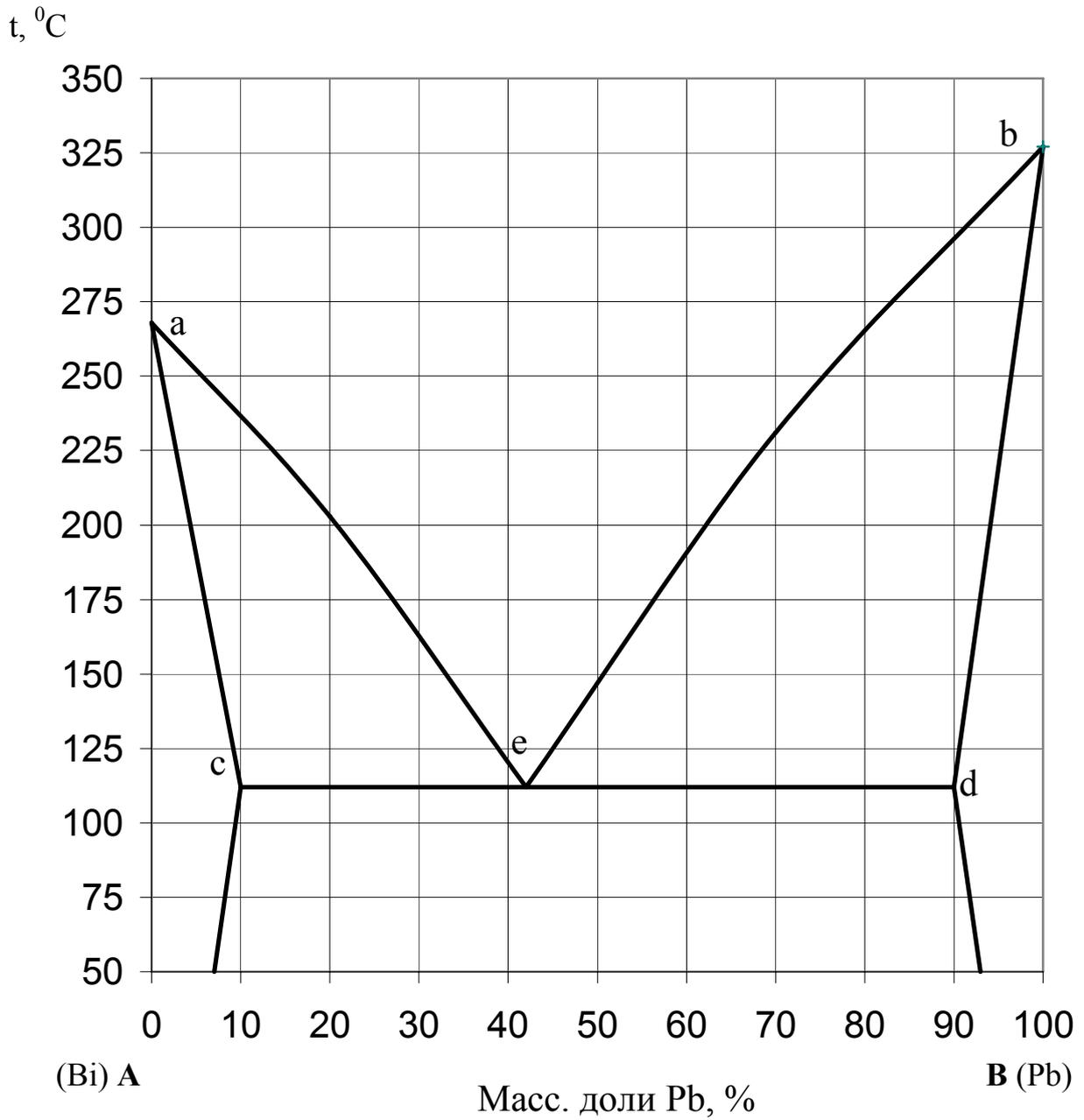
### 19.3. Диаграммы плавкости



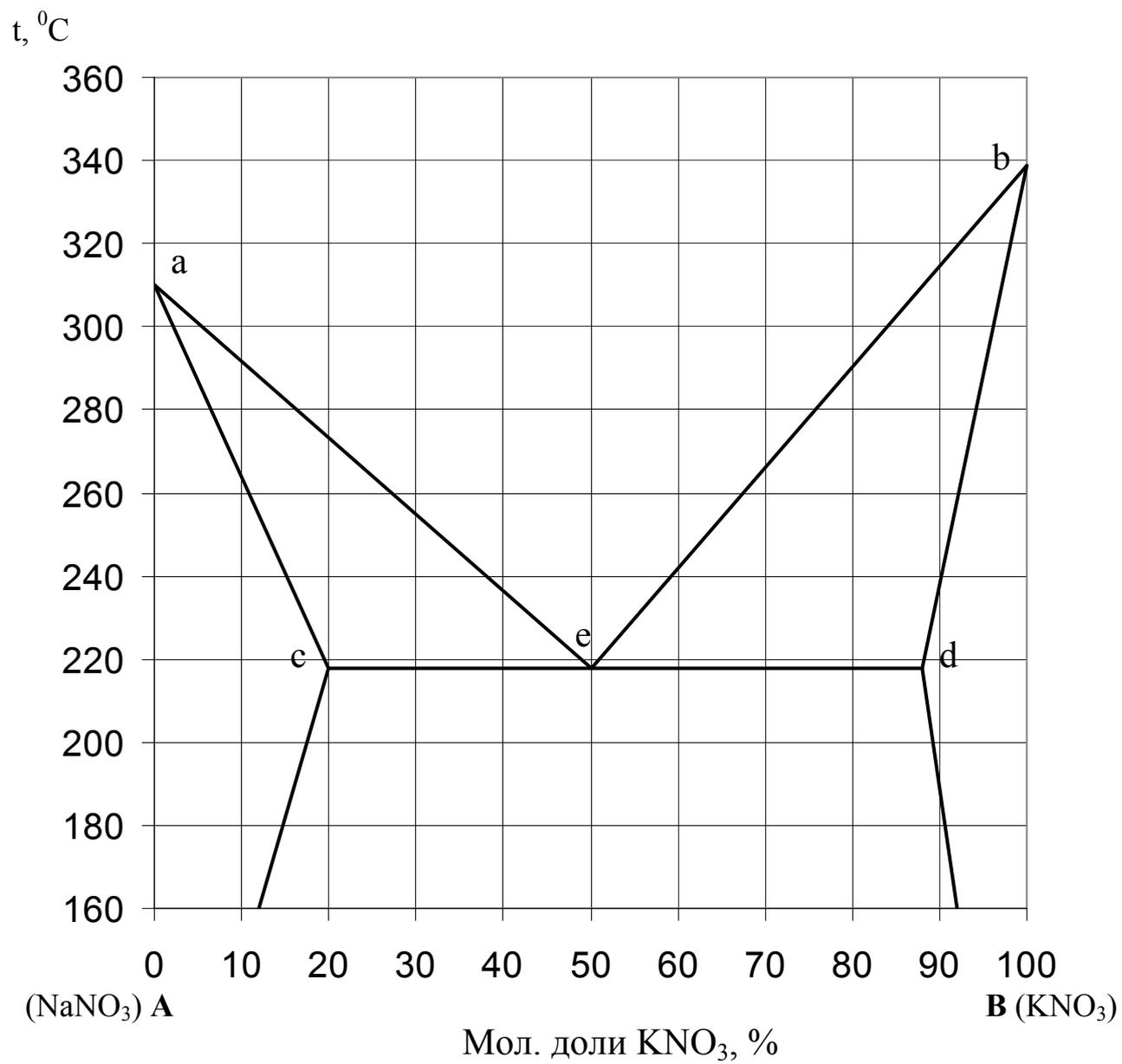
**Рис. 19.3.11. NaCl – AgCl**



**Рис. 19.3.12. Ni - Mn**



**Рис. 19.3.13. Bi – Pb**



**Рис. 19.3.14.  $\text{NaNO}_3$  –  $\text{KNO}_3$**

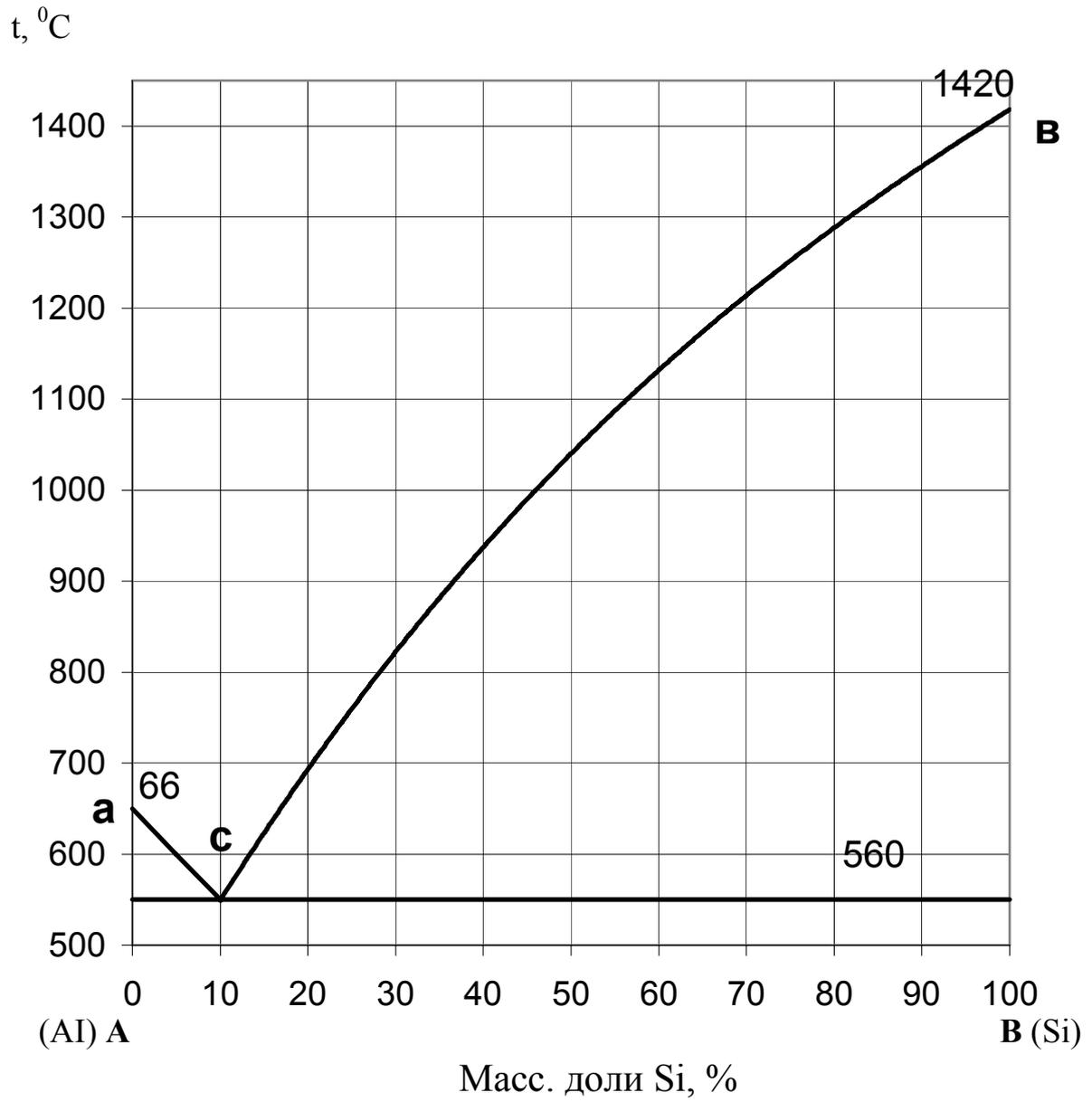
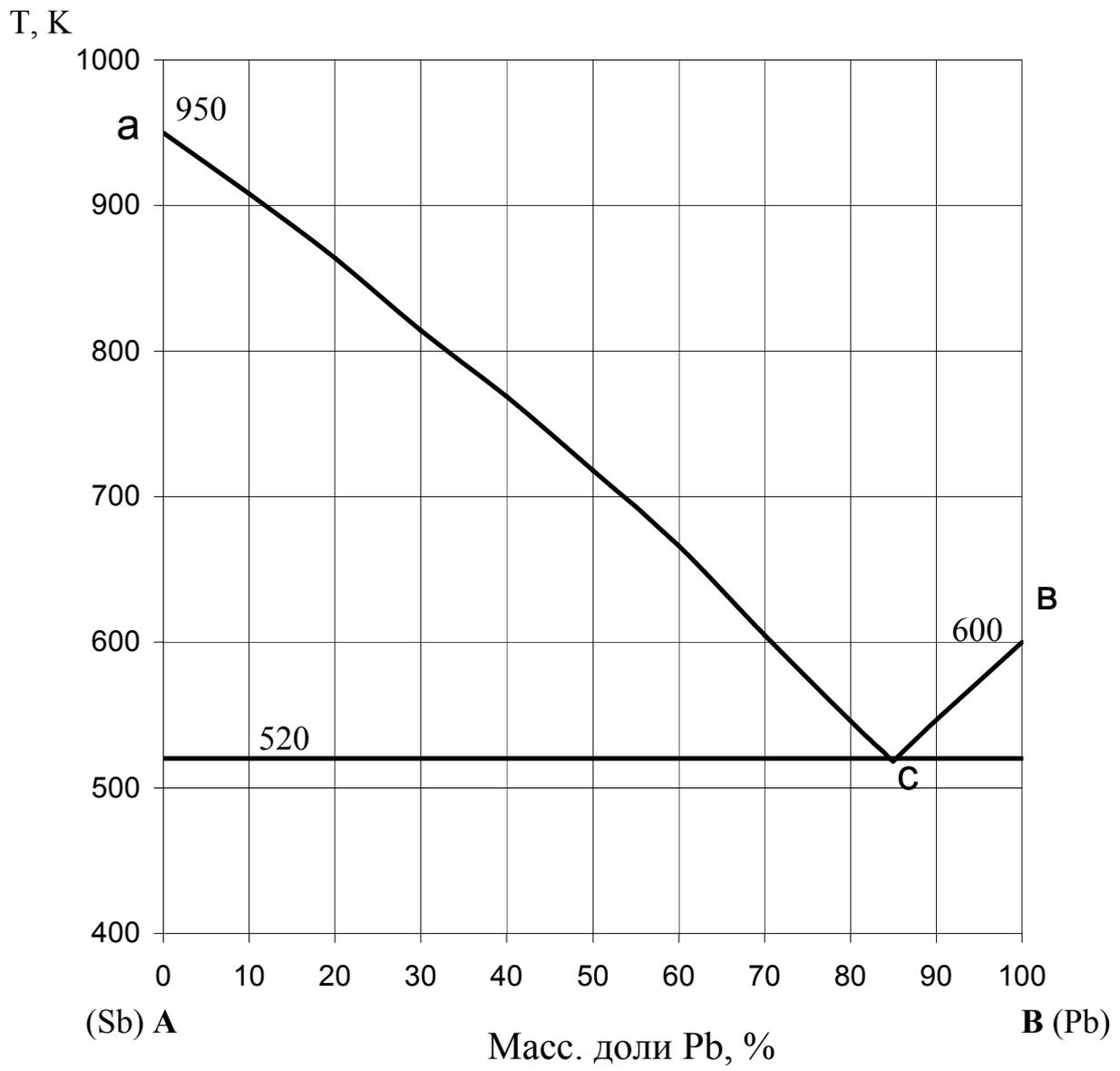


Рис. 19.3.15. Al – Si



**Рис. 19.3.16. Sb – Pb**

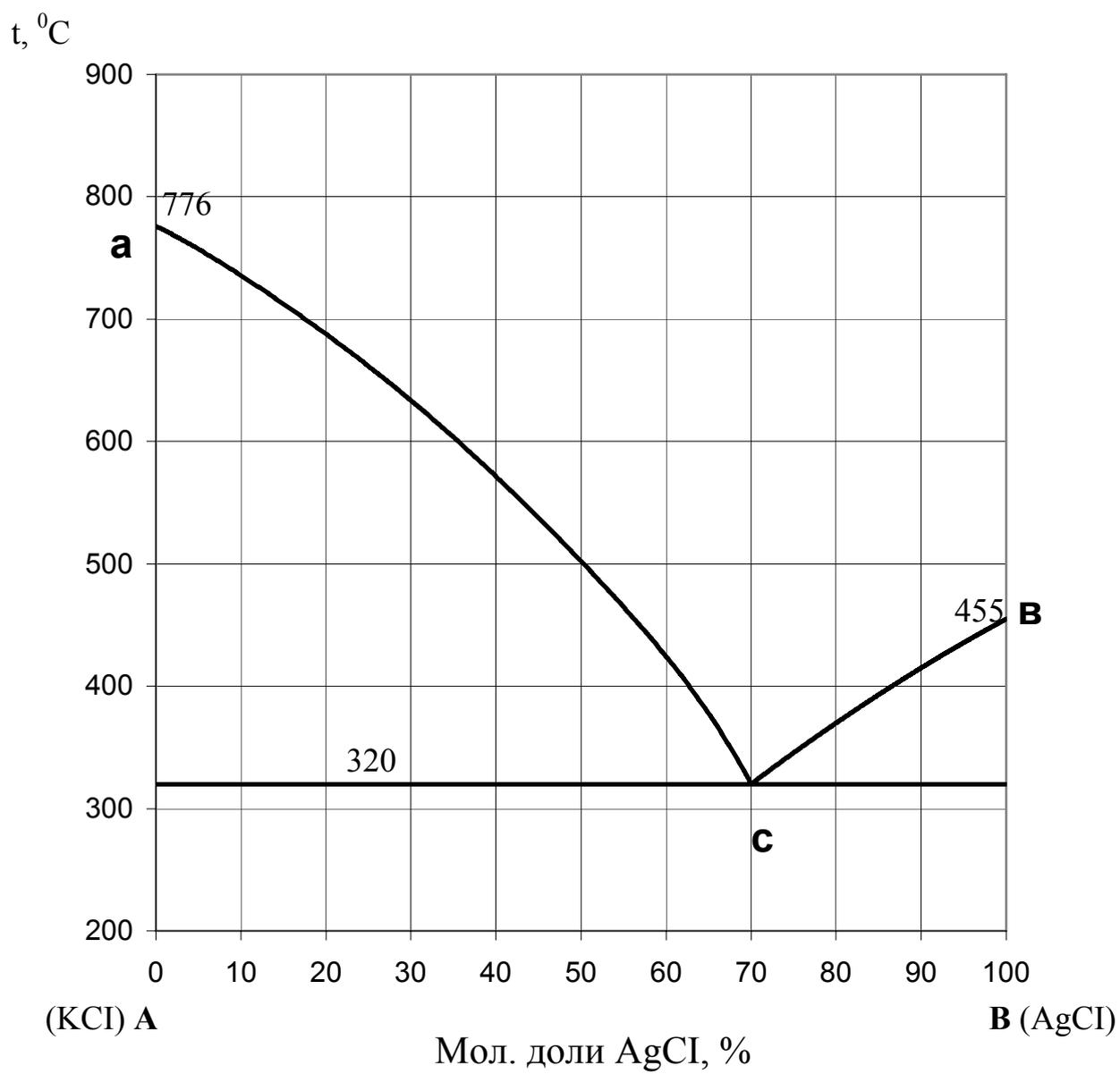
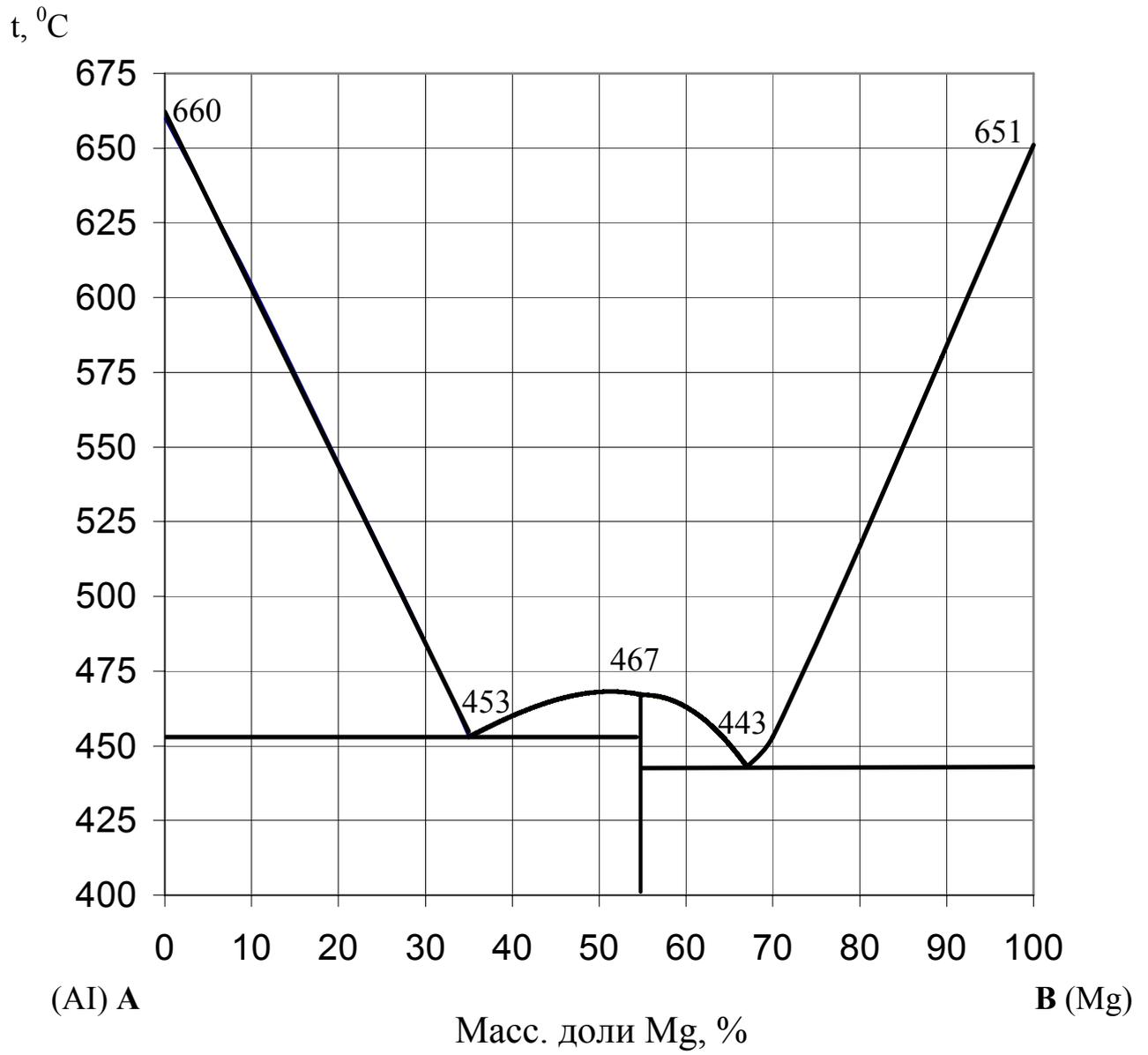
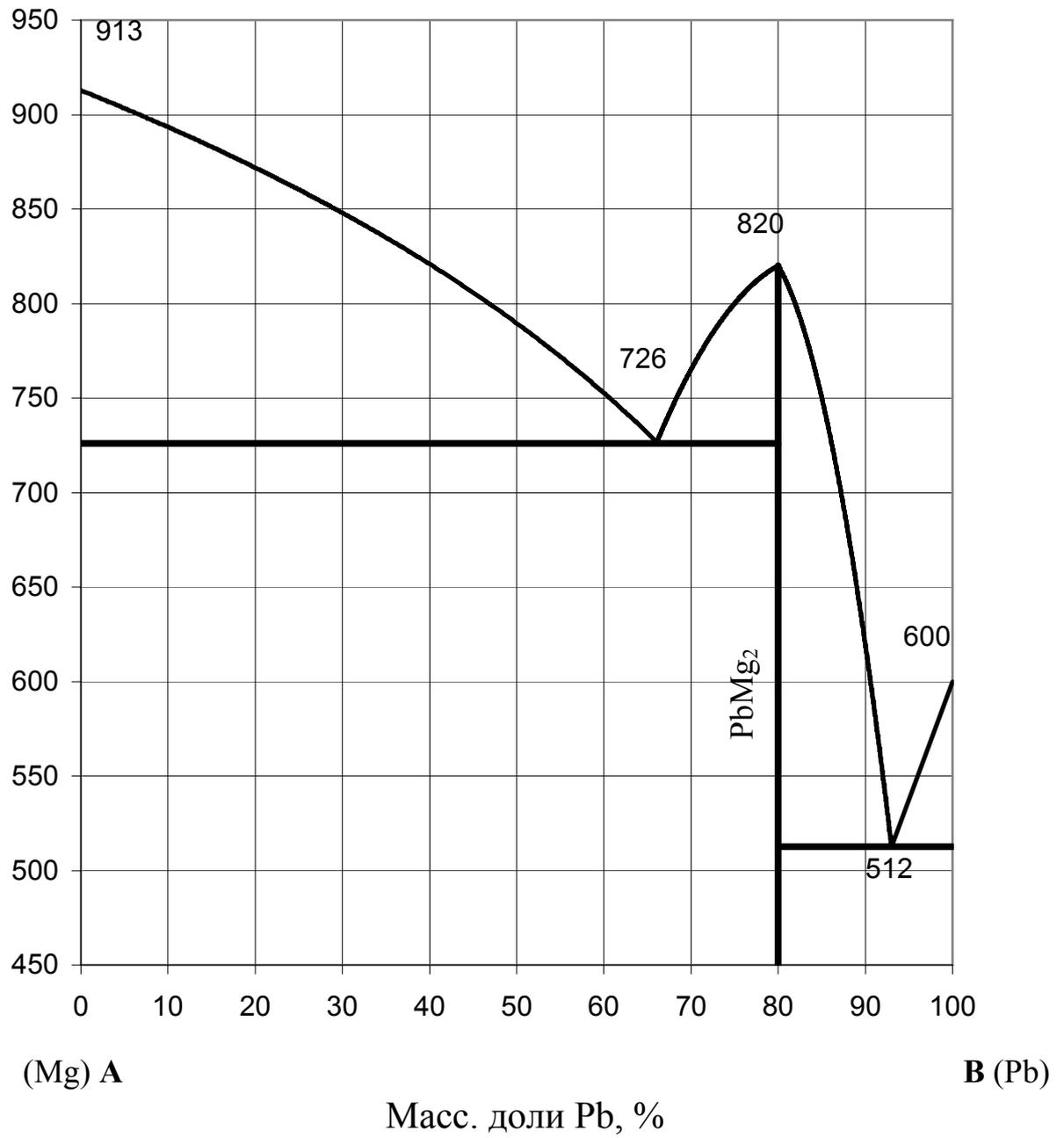


Рис. 19.3.17. KCl – AgCl



**Рис. 19.3.18. Al – Mg**

$t, ^\circ\text{C}$ 

**Рис. 19.3.19. Mg – Pb**

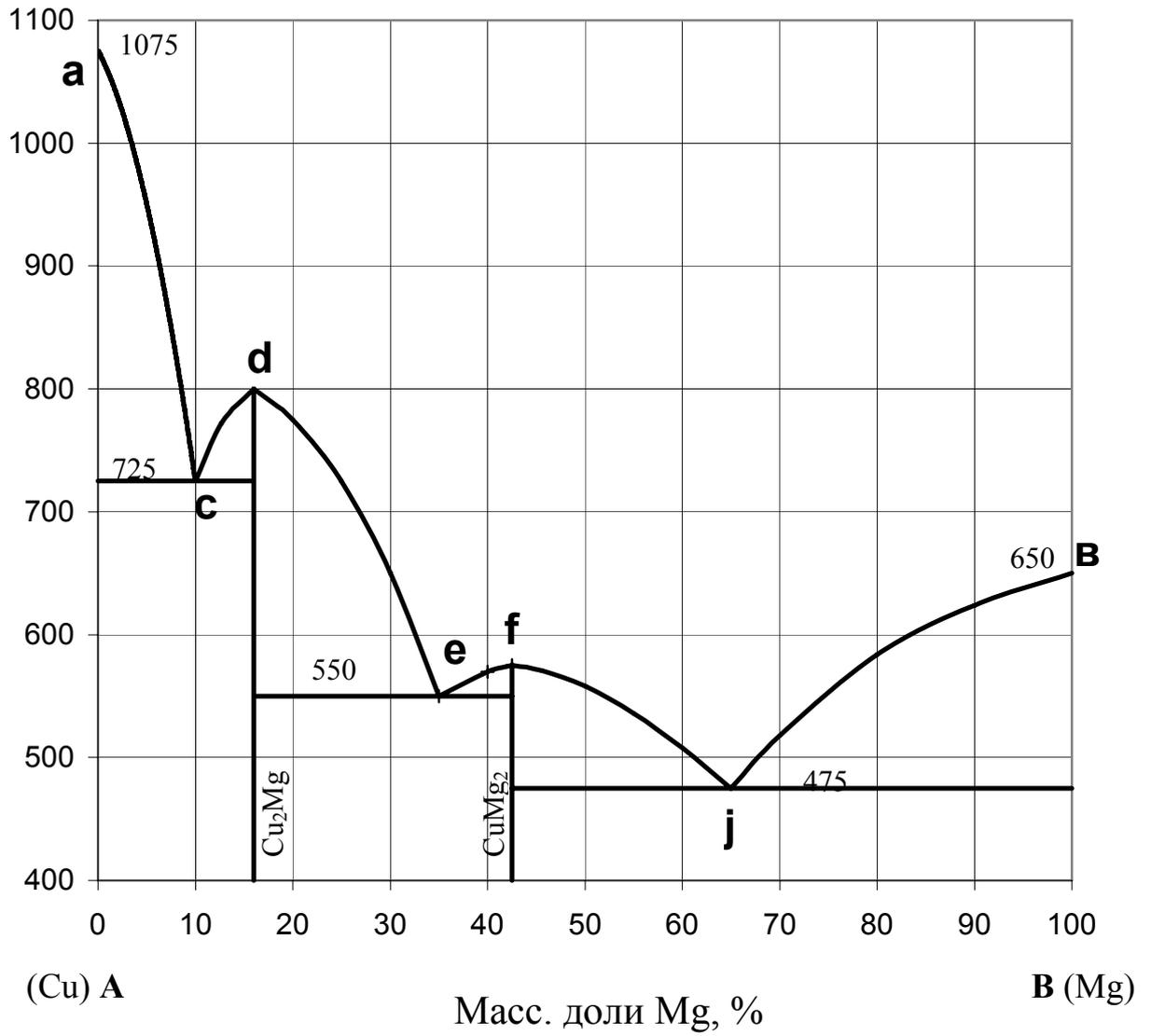
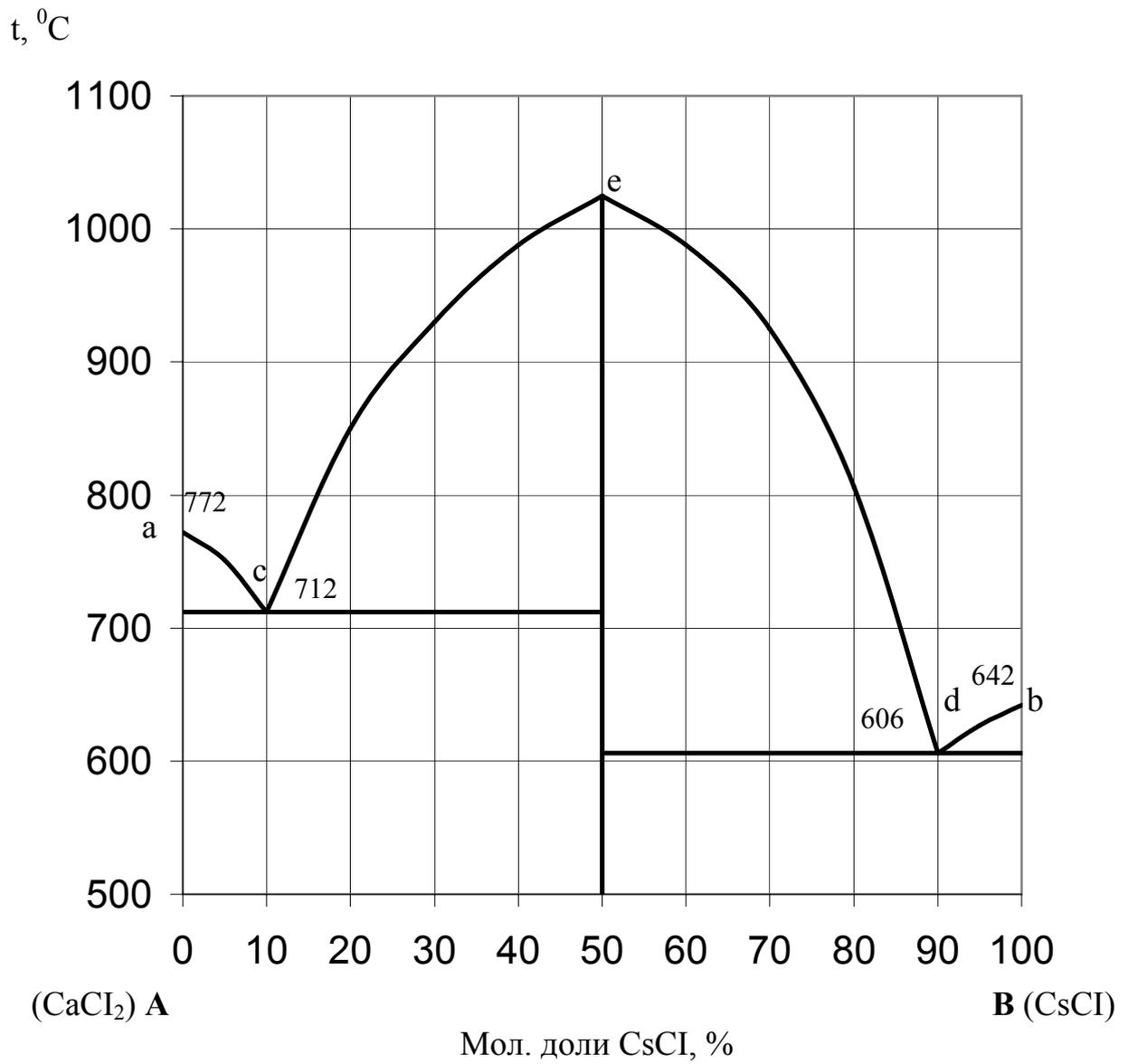
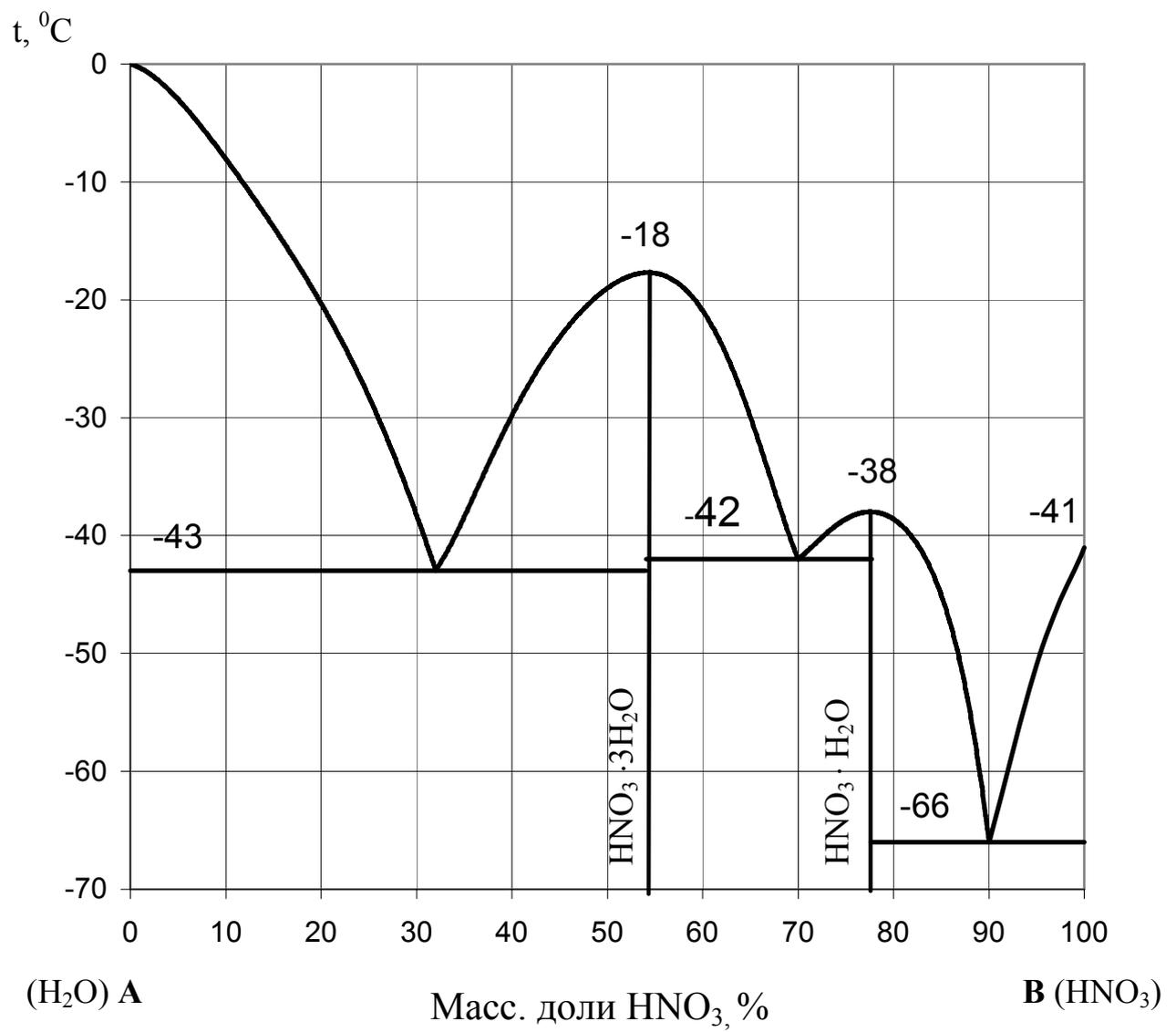
$t, ^\circ\text{C}$ 


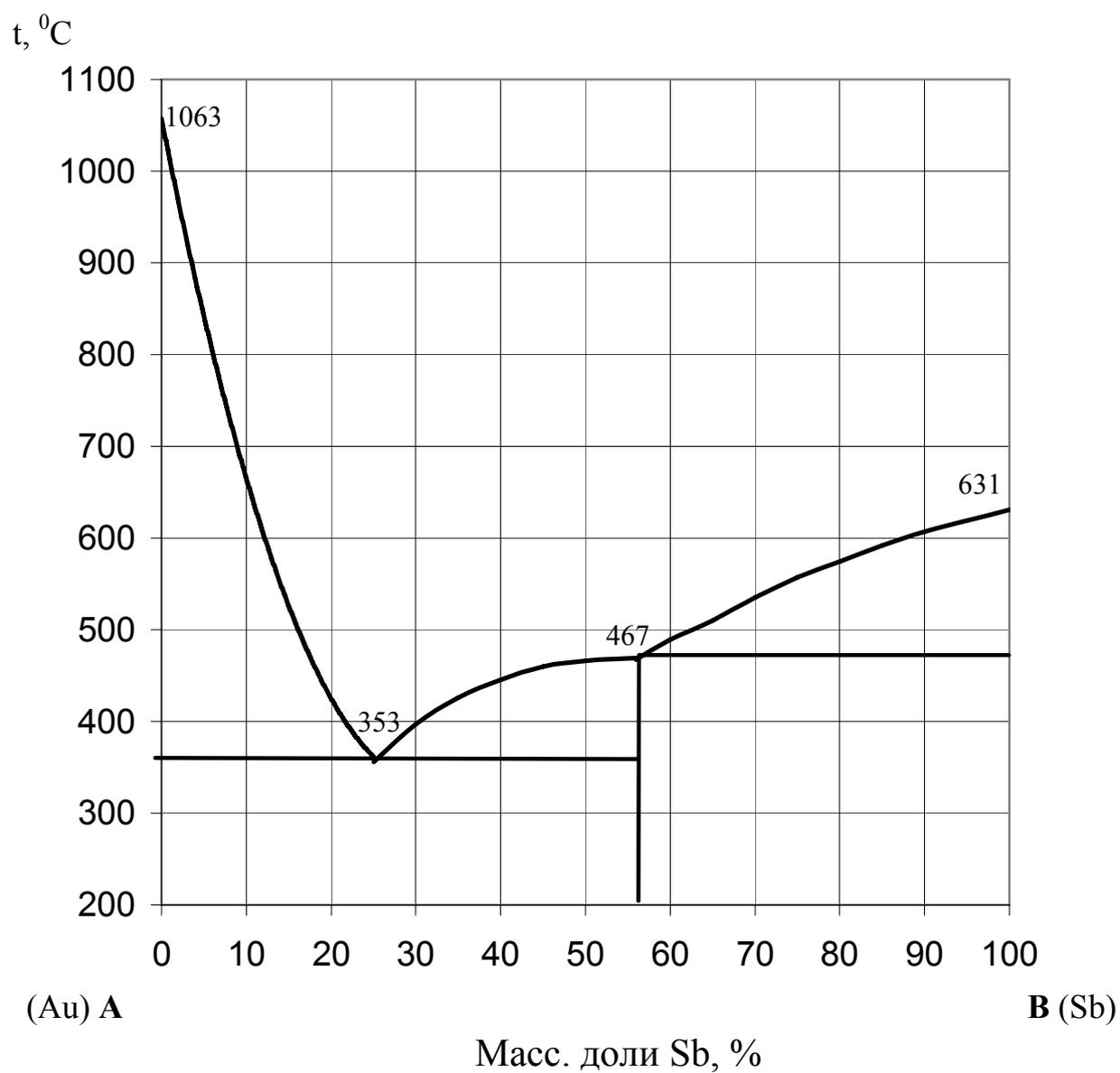
Рис. 19.3.20. Cu – Mg



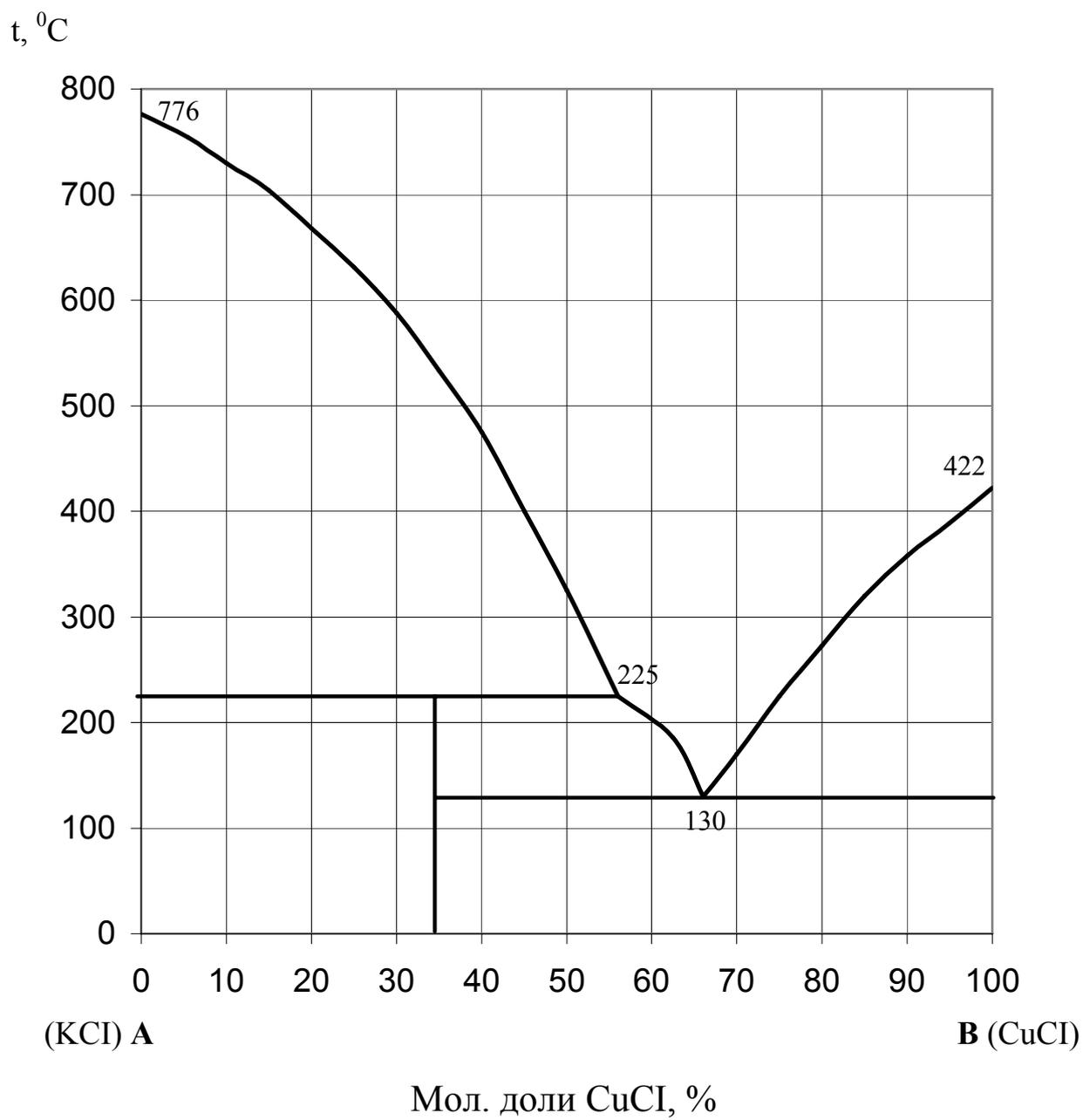
**Рис. 19.3.21.  $\text{CaCl}_2$  –  $\text{CsCl}$**



**Рис. 19.3.22.  $\text{H}_2\text{O} - \text{HNO}_3$**



**Рис. 19.3.23. Au – Sb**



**Рис. 19.3.24. KCl – CuCl**

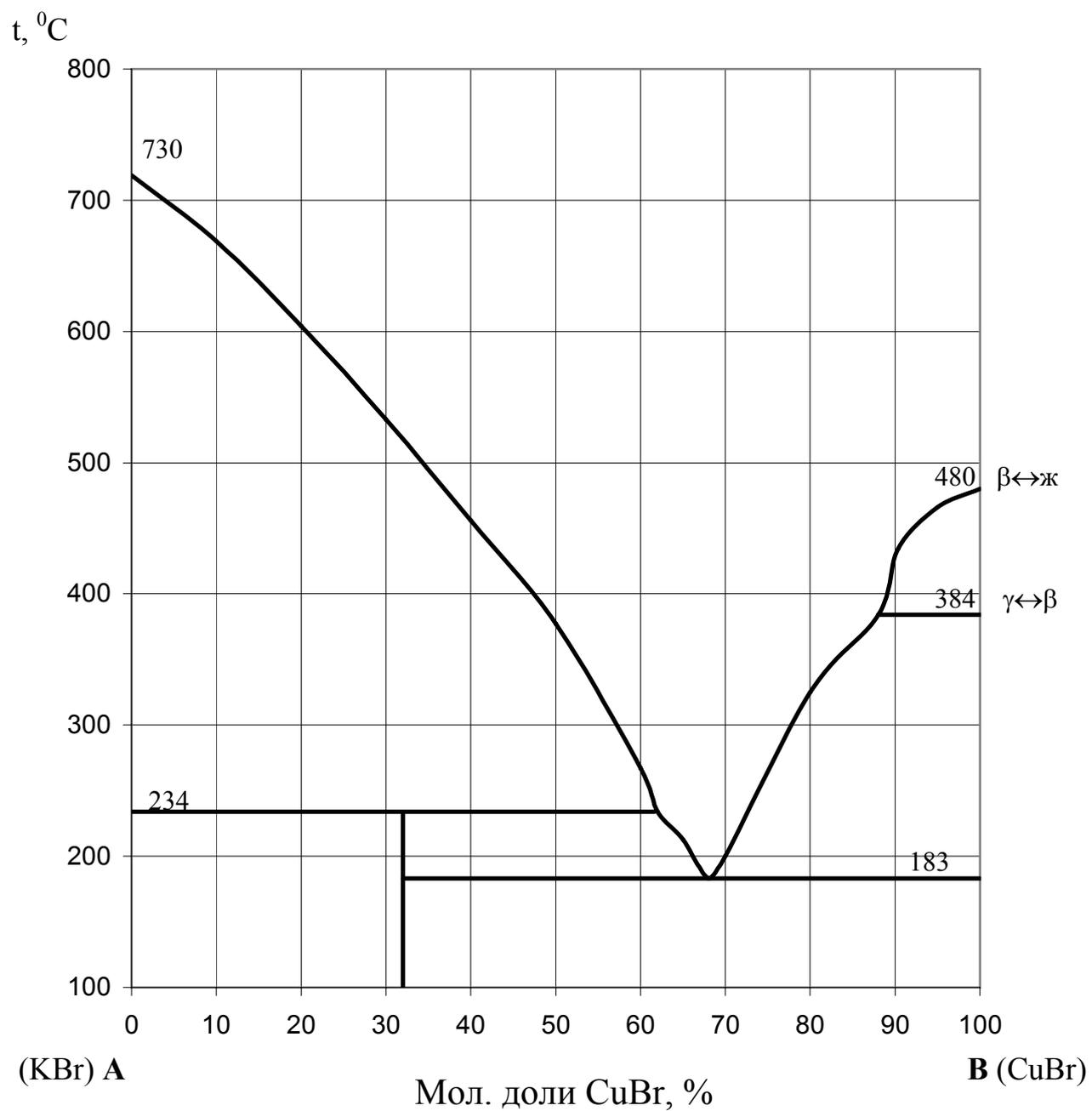
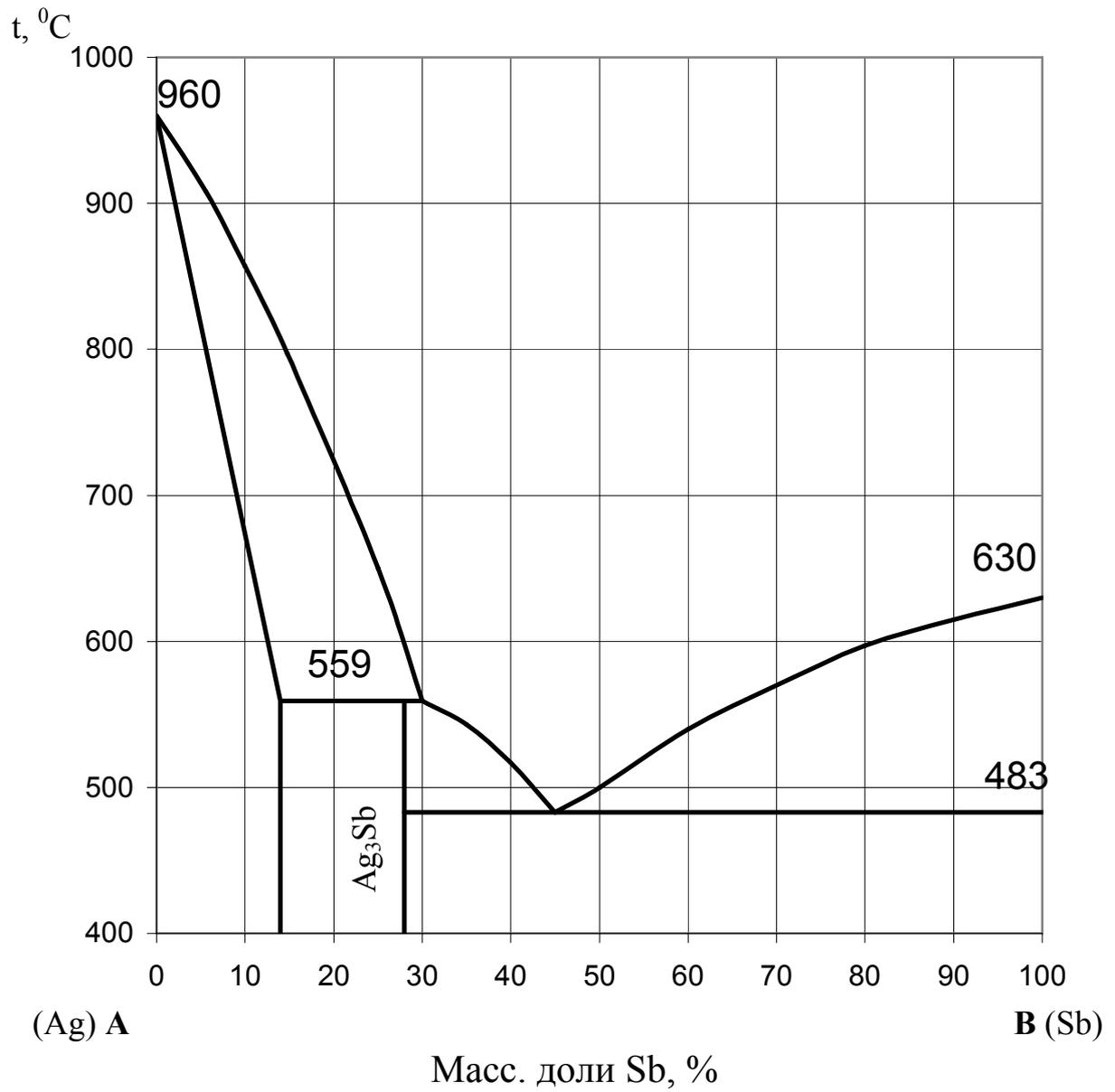
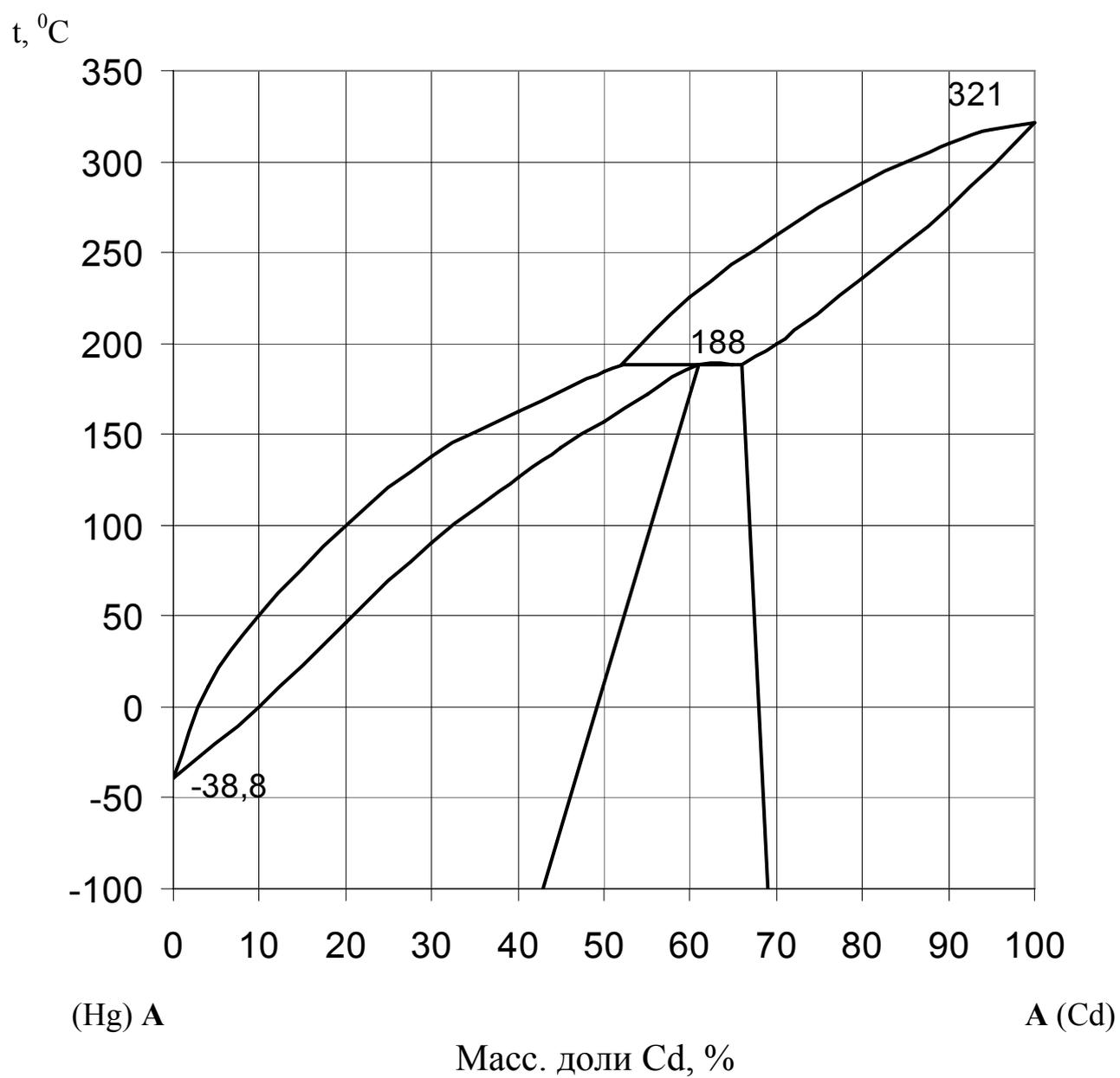


Рис. 19.3.25. KBr – CuBr



**Рис. 19.3.26. Ag – Sb**



**Рис. 19.3.27. Hg – Cd**

## ХИМИЧЕСКИЕ РАВНОВЕСИЯ

### 20. Термодинамические свойства простых веществ, соединений и ионов в водных растворах

$\Delta H^0_{f,298}$  и  $\Delta G^0_{f,298}$  – изменения стандартных энтальпий (теплоты образования) и энергии Гиббса при образовании (индекс *f* – formation) данного вещества из простых веществ, термодинамически устойчивых при 101,325 кПа (1 атм) и при выбранной температуре 298 К, кДж/моль.

$S^0_{298}$  - стандартные значения энтропии веществ при 298 К, Дж/моль·К

$C^0_{p, 298}$  - стандартные значения изобарной теплоемкости веществ при 298 К, Дж/моль·К

Теплоемкость при температуре *T* в указанном в таблице температурном интервале выражается уравнениями:

$$C_p^0 = a + bT + \frac{c'}{T^2} \quad \text{или} \quad C_p^0 = a + bT + cT^2$$

Свойства ионов в растворах даны при  $\alpha = 1$  по отношению к  $H^+$ , соответствующие характеристики которого приняты равным нулю.

Вещество	$\Delta H^0_{f,298}$	$S^0_{298}$	$\Delta G^0_{f,298}$	$C^0_{p, 298}$	Коэффициенты уравнения $C_p^0 = f(T)$			Температурный интервал, К
					<i>a</i>	<i>b</i> ·10 <sup>3</sup>	<i>c'</i> ·10 <sup>-5</sup>	
<b>Простые вещества</b>								
Br <sub>2</sub> (г.)	30,91	245,37	3,14	36,07	37,32	0,50	-1,26	298-1600
C (графит)	0	5,74	0	8,54	16,86	4,77	-8,54	298-2500
Cl <sub>2</sub> (г.)	0	222,98	0	33,93	37,03	0,67	-2,85	298-3000

Продолжение таблицы

Вещество	$\Delta H^0_{f,298}$	$S^0_{298}$	$\Delta G^0_{f,298}$	$C^0_{p,298}$	Коэффициенты уравнения $C^0_p = f(T)$			Температурный интервал, К
					$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	
F <sub>2</sub> (г.)	0	202,67	0	31,33	34,56	2,51	-3,51	298-2000
Fe- $\alpha$	0	27,15	0	24,98	17,24	24,77	-	298-700
H (г.)	217,98	114,60	203,28	20,79	20,79	-	-	до 20000
H <sub>2</sub> (г.)	0	130,52	0	28,83	27,28	3,26	0,50	298-3000
I <sub>2</sub> (г.)	62,43	260,60	19,39	36,90	37,40	0,59	-0,71	298-3000
N <sub>2</sub> (г.)	0	191,50	0	29,12	27,88	4,27	-	298-2500
O <sub>2</sub> (г.)	0	205,04	0	29,37	31,46	3,39	-3,77	298-3000
S <sub>2</sub> (г.)	128,37	228,03	79,42	32,51	36,11	1,09	-3,51	298-2000
Zn <sub>2</sub> (кр.)	0	41,63	0	25,44	22,38	10,04	-	273-690
<b>Неорганические вещества</b>								
CO (г.)	-110,53	107,55	-137,15	29,14	28,41	4,10	-0,46	298-2500
CO <sub>2</sub> (г.)	-393,51	213,66	-394,37	37,11	44,14	9,04	-8,54	298-2500
COCl <sub>2</sub> (г.)	-219,50	283,64	-205,31	57,76	67,15	12,03	-9,04	298-1000
CS <sub>2</sub> (г.)	116,70	237,77	66,55	45,48	52,09	6,69	-7,53	298-1800
CaCO <sub>3</sub> (кр.)	-1206,83	91,71	-1128,35	83,47	104,52	21,92	-25,9	298-1200
CaCl <sub>2</sub> (кр.)	-792,92	108,37	-749,34	72,59	71,88	12,72	-2,51	298-1055
CaO (кр.)	-635,09	38,07	-603,46	42,05	49,62	4,52	-6,95	298-1800
FeO <sub>2</sub> (кр.)	-264,85	60,75	-244,30	49,92	50,80	8,61	-3,31	298-1650

Продолжение таблицы

Вещество	$\Delta H^0_{f,298}$	$S^0_{298}$	$\Delta G^0_{f,298}$	$C^0_{p, 298}$	Коэффициенты уравнения $C^0_p = f(T)$			Температурный интервал, К
					$a$	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.)	-822,16	87,45	-740,34	103,76	97,74	72,13	-12,9	298-1000
HBr (г.)	-36,38	198,58	-53,43	29,14	26,15	5,86	1,09	298-1600
HCl (г.)	-92,31	186,79	-95,30	29,14	26,53	4,60	1,09	298-2000
HF (г.)	-273,30	173,67	-275,41	29,14	26,90	3,43	1,09	298-2500
HI (г.)	26,36	206,48	1,58	29,16	26,32	5,94	0,92	298-2000
H <sub>2</sub> O (ж.)	-285,83	69,95	-237,23	75,30	39,02	76,64	11,96	273-380
H <sub>2</sub> O г.)	-241,81	188,72	-228,61	33,61	30,00	10,71	0,33	298-2500
H <sub>2</sub> S (г.)	-20,60	205,70	-33,50	33,44	29,37	15,40	-	298-1800
KCl (кр.)	-436,68	82,55	-408,93	51,49	41,38	21,76	3,22	298-1000
NH <sub>3</sub> (г.)	-45,94	192,66	-16,46	35,16	29,80	25,48	-1,67	298-1800
NO (г.)	91,26	210,64	87,58	29,86	29,58	3,85	-0,59	298-2500
NOCl(г.)	52,59	263,50	66,37	39,37	44,89	7,70	-6,95	298-2000
NO <sub>2</sub> (г.)	34,19	240,06	52,29	36,66	41,16	11,33	-7,02	298-1500
N <sub>2</sub> O (г.)	82,01	219,83	104,12	38,62	45,69	8,62	-8,53	298-2000
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г.)	11,11	304,35	99,68	79,16	83,89	39,75	-14,9	298-1000
SO <sub>2</sub> (г.)	-296,90	248,07	-300,21	39,87	46,19	7,87	-7,70	298-2000
SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (г.)	-363,17	311,29	-318,85	77,40	87,91	16,15	-14,2	298-1000
SO <sub>3</sub> (г.)	-395,85	256,69	-371,17	50,09	64,98	11,75	-16,4	298-1300

Продолжение таблицы

Органические вещества								
Вещество	$\Delta H^0_{f,298}$	$S^0_{298}$	$\Delta G^0_{f,298}$	$C^0_{p,298}$	Коэффициенты уравнения $C^0_p = f(T)$			Температурный интервал, К
					$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	
<b>Углеводороды</b>								
CH <sub>4</sub> (г.)метан	-74,85	186,27	-50,85	35,71	14,32	74,66	-17,4	298-1500
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г.) ацетилен	226,75	200,82	209,21	43,93	26,44	66,65	-26,5	298-1000
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г.) этилен	52,30	219,45	68,14	43,56	11,32	122,0	-37,9	298-1500
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г.)этан	-84,67	229,49	-32,93	52,64	5,75	175,1	-57,9	298-1500
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г.) бензол	82,93	269,20	129,68	81,67	-21,1	400,1	-169,9	298-1000
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (ж.) бензол	49,03	173,26	124,38	135,14	59,50	255,0	-	281-353
<b>Кислородсодержащие соединения</b>								
CH <sub>4</sub> O (г.) метанол	-201,00	239,76	-162,38	44,13	15,28	105,20	-31,0	298-1000

Продолжение таблицы

Вещество	$\Delta H^0_{f,298}$	$S^0_{298}$	$\Delta G^0_{f,298}$	$C^0_{p,298}$	Коэффициенты уравнения $C^0_p=f(T)$			Температурный интервал, К
					$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O (г.) ацетальдегид	-166,00	264,20	-132,95	54,64	13,00	153,5	-53,7	298-1000
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> (г.) уксусная кислота	-434,84	282,50	-376,68	66,50	14,82	196,7	-77,7	298-1000
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O (г.) этанол	-234,80	281,38	-167,96	65,75	10,99	204,7	-74,2	298-1000
<b>Галогенсодержащие соединения</b>								
CCl <sub>4</sub> (г.)	-100,42	310,12	-58,23	83,76	59,36	97,00	-49,6	298-1000
CHCl <sub>3</sub> (г.)	-101,25	295,64	-68,52	65,73	29,50	148,9	-90,7	298-773
CH <sub>3</sub> Br (г.)	-37,66	245,81	-28,18	42,43	18,53	89,40	-27,3	298-1500
CH <sub>3</sub> Cl (г.)	-86,31	234,47	-62,90	40,75	15,57	92,74	-28,3	298-1500
CH <sub>3</sub> I (г.)	13,971	254,01	15,63	44,14	19,67	92,67	-32,3	298-1000
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl (г.)	-111,72	275,85	-60,04	62,72	11,63	193,00	-72,9	298-1000
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F (г.)	-261,50	264,93	-209,60	59,04	8,27	190,90	-69,6	298-1000
<b>Азотсодержащие соединения</b>								
CH <sub>2</sub> N <sub>2</sub> (г.) диазометан	192,46	242,80	217,78	48,85	54,02	31,50	-13,16	298-1000

<i>Продолжение таблицы</i>								
Вещество	$\Delta H^0_{f,298}$	$S^0_{298}$	$\Delta G^0_{f,298}$	$C^0_{p,298}$	Коэффициенты уравнения $C^0_p = f(T)$			Температурный интервал, К
					$a$	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	
CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> (г.) нитрометан	-74,73	275,01	-7,00	57,32	11,76	172,60	-66,49	298-1000
CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O(кр.) карбамид (мочевина)	-333,17	104,60	-197,15	93,14	93,14	-	-	-
CH <sub>5</sub> N(г.) метиламин	-23,01	242,59	32,18	50,08	14,70	132,60	-41,1	298-1000
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N(г.) диметиламин	-18,83	272,96	67,91	69,04	4,54	242,10	-86,84	298-1000
C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> N(г.)три- метиламин	-23,85	288,78	98,79	91,76	1,60	341,00	-129,30	298-1000
C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N(ж.) пиридин	99,96	177,90	181,31	132,72	132,72	-	-	-
C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N(г.) пиридин	140,16	282,80	190,23	78,12	-18,45	370,10	-154,30	298-1000
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub> (ж.) нитробензол	15,90	224,26	146,20	(186)	(186)	-	-	-
C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N(ж.)	31,09	191,29	149,08	190,79	190,78	-	-	-
C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N(г.)	86,86	319,20	166,67	108,40	-6,00	439,40	-185,30	298-1000

*Окончание таблицы***Ионы в водных растворах**

<b>Ион</b>	$\Delta H^0_{f,298}$ , кДж/моль	$S^0_{298}$ , Дж / моль·К	$\Delta G^0_{f,298}$ , кДж / моль
H <sup>+</sup>	0	0	0
OH <sup>-</sup>	-230,02	-10,71	-157,35

## 21. Теплота сгорания некоторых веществ в стандартных условиях

Конечные продукты сгорания: CO<sub>2</sub> (г.), H<sub>2</sub>O (ж.), SO<sub>2</sub>(г.), N<sub>2</sub> (г.).

В соединениях, содержащих галогены, конечные продукты указаны в сносках.

<i>Вещество</i>	$-\Delta H_{сгор,298}^0$ , кДж/моль	<i>Вещество</i>	$-\Delta H_{сгор,298}^0$ , кДж/моль
<b>Углеводороды</b>			
CH <sub>4</sub> (г.) метан	890,31	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> (ж.) циклогексан	3919,91
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г.) ацетилен	1299,63	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> (г.) циклогексан	3953,00
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г.) этилен	1410,97	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> (ж.) гексан	4163,05
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г.) этан	1559,88	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> (г.) гексан	4194,75
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (г.) пропан	2220,00	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> (ж.) толуол	3910,28
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (г.) бутан	2877,13	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> (г.) толуол	3947,94
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (г.) изобутан	2868,76	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (ж.) м-ксилол	4551,81
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (г.) пентан	3536,15	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (ж.) п-ксилол	4552,80
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (ж.) пентан	3509,20	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> (ж.) о-ксилол	4552,80
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (ж.) бензол	3267,58	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (ж.) октан	5470,58
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (г.) бензол	3301,51	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> (кр.) нафталин	5156,78
<b>Кислородсодержащие соединения</b>			
CO(г.) оксид углерода	282,92	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> (ж.) глицерин	1661,05
CH <sub>2</sub> O (г.) формальдегид	561,07	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> (ж.) этилацетат	2246,39
CH <sub>4</sub> O (ж.) метанол	726,60	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O (ж.) бутанол	2671,90
CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ж.) муравьиная кислота	254,58	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O(ж.) диэтиловый эфир	2726,71
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O (г.) ацетальдегид	1193,07	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O(ж.) амиловый спирт	3320,84
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> (ж.) уксусная кислота	874,58	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O (кр.) фенол	3063,52
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O (ж.) этанол	1370,68	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (кр.) α-глюкоза	2802,04
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O (ж.) ацетон	1785,73	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> (кр.) бензойная кислота	3226,70

## Окончание таблицы

<i>Вещество</i>	$-\Delta H_{\text{сгор},298}^0$ , кДж/моль	<i>Вещество</i>	$-\Delta H_{\text{сгор},298}^0$ , кДж/моль
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O(ж.) 1-пропанол	2010,41	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (кр.) сахароза	5646,73
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O (ж.) 2-пропанол	1986,56	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> (кр.) стеариновая кислота	11274,6
<b>Галогенсодержащие соединения</b>			
CCl <sub>4</sub> (ж.) тетрахлорметан	260,65*	CH <sub>3</sub> Cl (ж.) хлорметан	759,94***
CHCl <sub>3</sub> (ж.) трихлорметан	428,06**	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl(ж.) хлорбензол	3110,30***
<b>Серусодержащие соединения</b>			
CS <sub>2</sub> (ж.) сероуглерод	1075,29	H <sub>2</sub> S (г.) сероводород	578,98
<b>Азотсодержащие соединения</b>			
CH <sub>3</sub> O <sub>2</sub> N(ж.) нитрометан	708,77	C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> N(г.) триметиламин	2442,92
CH <sub>4</sub> ON <sub>2</sub> (кр.) карбамид	632,20	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N(ж.) пиридин	2755,16
CH <sub>5</sub> N(г.) метиламин	1085,08	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> N(ж.) нитробензол	3091,2
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N(г.) диметиламин	1768,59	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> N(кр.) п-нитробензол	2884,00
C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> O <sub>9</sub> N <sub>3</sub> (ж.) нитроглицерин	1541,40	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N(ж.) анилин	3396,2

\* продукты сгорания: CO<sub>2</sub> (г.) и Cl<sub>2</sub> (г.)

\*\* продукты сгорания: CO<sub>2</sub> (г.), Cl<sub>2</sub> (г.), HCl (раствор)

\*\*\* продукты сгорания: CO<sub>2</sub> (г.), H<sub>2</sub>O (ж.), HCl (раствор)

## 22. Средняя теплоемкость простых веществ и соединений

Средняя изобарная теплоемкость  $C_{p, 298-T}$  [в Дж/моль·К] приведена для температурного интервала от 298 К до указанной в таблице температуры.

Вещество	Температура, К					
	500	600	700	800	900	1000
	<b>Простые вещества</b>					
Br <sub>2</sub> (г.)	36,67	36,84	36,97	37,06	37,15	37,22
C (графит)	13,03	14,22	15,15	15,90	16,54	17,09
Cl <sub>2</sub> (г.)	35,39	35,74	35,99	36,20	36,37	36,50
F <sub>2</sub> (г.)	33,20	33,73	34,13	34,47	34,75	35,01
Fe-α	27,12	28,36	29,60	30,74	32,31	34,70
H <sub>2</sub> (г.)	28,92	29,02	29,15	29,28	29,42	29,57
I <sub>2</sub> (г.)	37,16	37,26	37,35	37,42	37,49	37,54
N <sub>2</sub> (г.)	29,58	29,80	30,01	30,22	30,44	30,65
O <sub>2</sub> (г.)	30,28	30,87	31,34	31,74	32,09	32,39
S <sub>2</sub> (г.)	34,18	34,64	34,97	35,24	35,42	35,64
Zn <sub>2</sub> (кр.)	26,38	26,89	27,39	-	-	-
	<b>Неорганические вещества</b>					
CO (г.)	29,74	29,99	30,24	30,47	30,69	30,92
CO <sub>2</sub> (г.)	42,02	43,43	44,56	45,52	46,37	47,15
COCl <sub>2</sub> (г.)	65,88	67,50	68,82	69,97	70,98	71,93
CS <sub>2</sub> (г.)	49,71	50,88	51,82	52,61	53,29	53,91
CaCO <sub>3</sub> (кр.)	95,86	99,86	103,03	105,69	107,97	110,06
CaCl <sub>2</sub> (кр.)	75,27	76,19	77,02	77,81	78,58	79,29
CaO (кр.)	46,76	47,76	48,55	49,19	49,74	50,23
FeO (кр.)	52,01	52,82	53,51	54,14	54,72	55,28
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (кр.)	117,87	122,92	127,55	131,94	136,14	140,23
HBr (г.)	29,22	29,39	29,60	29,82	30,07	30,32
HCl (г.)	29,10	29,20	29,35	29,51	29,69	29,88
HF (г.)	29,00	29,05	29,13	29,24	29,36	29,49
HI (г.)	29,31	29,50	29,72	29,97	30,22	30,48
H <sub>2</sub> O г.)	34,49	34,99	35,50	36,02	36,54	37,06
H <sub>2</sub> S (г.)	35,51	36,28	37,05	37,82	38,59	39,36
KCl (кр.)	52,22	52,95	53,78	54,67	55,61	56,58
NH <sub>3</sub> (г.)	38,84	40,31	41,71	43,09	44,44	45,78

<i>Продолжение таблицы</i>						
<i>Вещество</i>	<i>Температура, К</i>					
	<i>500</i>	<i>600</i>	<i>700</i>	<i>800</i>	<i>900</i>	<i>1000</i>
NO (г.)	30,72	30,98	31,22	31,45	31,67	31,88
NOCl(г.)	43,29	44,46	45,40	46,20	46,91	47,56
NO <sub>2</sub> (г.)	40,96	42,32	43,45	44,44	45,33	46,16
N <sub>2</sub> O (г.)	43,40	44,79	45,90	46,84	47,67	48,42
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г.)	89,75	93,40	96,58	99,46	102,14	104,69
SO <sub>2</sub> (г.)	44,16	45,41	46,43	47,28	48,03	48,72
SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (г.)	84,80	87,20	89,15	90,81	92,28	93,61
SO <sub>3</sub> (г.)	58,69	61,10	62,99	64,56	65,92	67,12
<b>Органические соединения .Углеводороды</b>						
CH <sub>4</sub> (г.) метан	41,16	44,06	46,85	49,52	52,08	54,52
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г.) ацетилен	48,72	50,83	52,75	54,49	56,06	57,46
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г.) этилен	53,84	58,17	62,25	66,08	69,66	72,98
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г.) этан	66,21	72,27	77,94	83,24	88,14	92,66
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (г.) бензол	110,94	123,02	133,98	143,81	152,50	160,06
<b>Кислородсодержащие соединения</b>						
CH <sub>4</sub> O (г.) метанол	52,20	56,03	59,64	63,04	66,22	69,21
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O (г.) ацетальдегид	65,49	70,70	75,53	79,98	84,06	87,81
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> (г.) уксусная кислота	80,64	86,91	92,62	97,80	102,43	106,58
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O (г.) этанол	80,57	87,39	93,69	99,48	104,74	109,55
<b>Галогенсодержащие соединения</b>						
CCl <sub>4</sub> (г.)	90,00	92,54	94,75	96,63	98,18	99,40
CF <sub>4</sub> (г.)	71,01	75,04	78,61	81,71	84,34	86,50
CHCl <sub>3</sub> (г.)	74,16	77,38	80,00	82,00	83,41	84,21
CHF <sub>3</sub> (г.)	60,15	64,07	67,60	70,73	73,47	75,83
CH <sub>3</sub> Br (г.)	49,76	52,96	55,98	58,81	61,47	63,94
CH <sub>3</sub> Cl (г.)	47,97	51,28	54,42	57,36	60,11	62,67
CH <sub>3</sub> F (г.)	44,84	48,21	51,38	54,35	57,12	59,71
CH <sub>3</sub> I (г.)	51,39	54,53	57,44	60,14	62,62	64,89
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl (г.)	76,78	83,03	88,80	94,08	98,87	103,20
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F (г.)	73,13	79,43	85,27	90,65	95,56	100,00
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl (г.)	125,10	136,80	147,40	156,80	165,20	172,50
<b>Азотсодержащие соединения</b>						
CH <sub>5</sub> N(г.) метиламин	60,93	65,64	70,08	74,25	78,15	81,77
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N(г.) диметиламин	87,02	95,08	102,60	109,50	115,80	121,50

<i>Окончание таблицы</i>						
<i>Вещество</i>	<i>Температура, К</i>					
	<i>500</i>	<i>600</i>	<i>700</i>	<i>800</i>	<i>900</i>	<i>1000</i>
$C_3H_9N$ (г.) триметиламин	116,6	127,7	137,8	147,1	155,6	163,1
$C_5H_5N$ (г.) пиридин	104,1	115,4	125,7	135,0	143,2	150,4
$C_6H_7N$ (г.) анилин	139,2	152,5	164,6	175,5	185,1	193,5

### 23. Интегральная теплота растворения солей в воде при 25 °С

Моляльность раствора в, число молей соли на 1 кг H <sub>2</sub> O	$\Delta H_m$ , кДж/моль					
	<i>LiCl</i>	<i>NaCl</i>	<i>NaBr</i>	<i>NaI</i>	<i>KCl</i>	<i>KBr</i>
0	-37,13	3,89	-0,63	-7,57	17,23	20,04
0,01	-36,97	4,06	-0,50	-7,41	17,39	20,17
0,02	-36,86	4,10	-0,42	-7,36	17,44	20,25
0,05	-36,71	4,18	-0,31	-7,24	17,51	20,29
0,1	-36,48	4,25	-0,29	-7,20	17,55	20,33
0,2	-36,34	4,27	-0,27	-7,15	17,57	20,29
0,3	-36,19	4,25	-0,29	-7,24	17,55	20,25
0,4	-36,07	4,16	-0,40	-7,32	17,50	20,15
0,5	-35,98	4,10	-0,44	-7,41	17,43	20,04
1,0	-35,65	3,79	-0,86	-7,82	17,28	19,54
2,0	-35,15	3,18	-1,65	-8,62	16,72	18,68
Насыщ. рас- твор	-19,35	1,95	-3,61	-10,59	15,45	16,49
Моляльность раствора в, число молей соли на 1 кг H <sub>2</sub> O	$\Delta H_m$ , кДж/моль					
	<i>KI</i>	<i>KNO<sub>3</sub></i>	<i>Nh<sub>4</sub>Cl</i>	<i>NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub></i>	<i>CaCl<sub>2</sub></i>	<i>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>
0	20,50	34,93	14,73	25,77	-82,93	23,71
0,01	20,67	35,03	14,85	25,77	-82,68	24,48
0,02	20,71	35,02	14,94	25,79	-82,38	24,58
0,05	20,73	34,94	15,02	25,82	-81,25	24,75
0,1	20,71	34,77	15,10	25,75	-80,88	24,78
0,2	20,67	-	15,19	25,56	-80,50	24,58
0,3	20,59	-	15,23	25,38	-80,25	24,27
0,4	20,42	-	15,27	25,21	-80,02	23,95
0,5	20,29	-	15,27	25,06	-79,83	23,58
1,0	19,73	-	15,31	24,31	-79,04	-
2,0	18,62	-	15,27	23,05	-77,74	-
Насыщ. рас- твор	14,07	-	15,02	-	-	22,78

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

### 24. Средние ионные коэффициенты активности сильных электролитов в водных растворах при 25 °С

Коэффициенты активности  $\gamma_{\pm}$  приведены в интервале концентрации (m) (0,001 ÷ 0,5) моль/кг воды.

Электролит	Концентрация, моль/кг воды								
	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5
AgNO <sub>3</sub>	-	-	0,925	0,897	0,860	0,793	0,734	0,657	0,536
AlCl <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	0,447	0,337	0,305	0,331
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	0,035	0,023	0,014
BaCl <sub>2</sub>	0,881	0,840	0,774	0,716	0,651	0,564	0,500	0,444	0,397
Ba(OH) <sub>2</sub>	-	0,853	0,773	0,712	0,627	0,526	0,443	0,370	-
CaCl <sub>2</sub>	0,889	0,852	0,789	0,731	0,668	0,583	0,518	0,472	0,448
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,880	0,840	0,770	0,710	0,640	0,545	0,485	0,426	0,363
CdSO <sub>4</sub>	0,726	0,639	0,505	0,399	0,307	0,206	0,150	0,102	0,061
Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	0,0458	0,0300	0,0190
CuCl <sub>2</sub>	0,888	0,849	0,783	0,723	0,659	0,577	0,508	0,455	0,411
CuSO <sub>4</sub>	0,740	-	0,573	0,438	0,317	0,217	0,154	0,104	0,062
FeCl <sub>2</sub>	0,89	0,86	0,80	0,75	0,70	0,62	0,52	0,47	0,45
HBr	0,966	-	0,930	0,906	0,879	0,838	0,805	0,782	0,789
HCl	0,965	0,952	0,928	0,904	0,875	0,830	0,796	0,767	0,757
HClO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	0,803	0,778	0,769
HF	0,544	-	0,300	0,224	-	0,106	0,077	0,031	-
HNO <sub>3</sub>	0,965	0,951	0,927	0,902	0,871	0,823	0,791	0,754	0,720

<i>Продолжение таблицы</i>									
<i>Электролит</i>	<i>Концентрация, моль/кг воды</i>								
	<i>0,001</i>	<i>0,002</i>	<i>0,005</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,5</i>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,830	0,757	0,639	0,544	0,453	0,340	0,265	0,209	0,156
KBr	0,965	0,952	0,927	0,903	0,872	0,822	0,772	0,722	0,657
KCl	0,965	0,952	0,927	0,902	0,869	0,816	0,770	0,718	0,649
KF	-	-	-	-	-	-	0,775	0,727	0,670
K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	-	-	(0,700)	(0,589)	(0,495)	(0,355)	0,268	0,212	0,155
K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	-	-	(0,525)	(0,398)	(0,305)	0,190	0,139	0,100	0,062
KI	0,952	-	0,928	0,903	0,872	0,820	0,778	0,733	0,676
KNO <sub>3</sub>	0,965	0,951	0,926	0,898	0,862	0,799	0,739	0,663	0,545
KOH	-	-	-	-	-	0,824	0,798	0,760	0,732
LiCl	0,963	0,948	0,921	0,895	0,865	0,819	0,790	0,757	0,739
MgCl <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	0,529	0,489	0,481
MgSO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	0,150	0,108	0,068
NH <sub>4</sub> Cl	-	-	0,924	0,896	0,862	0,808	0,770	0,718	0,649
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-	-	0,925	0,897	0,860	0,799	0,0740	0,677	0,582
NaBr	0,97	0,96	0,94	0,91	0,89	0,85	0,782	0,741	0,697
NaCl	0,965	0,952	0,928	0,903	0,872	0,822	0,778	0,735	0,681
NaClO <sub>3</sub>	0,965	0,953	0,928	0,904	0,873	0,822	0,775	0,720	0,645
NaClO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-	0,775	0,729	0,668
NaF	-	-	-	-	-	-	0,765	0,710	0,632
NaI	-	-	-	-	-	-	0,787	0,751	0,723
NaNO <sub>3</sub>	0,966	0,953	0,929	0,905	0,873	0,821	0,762	0,703	0,617

Окончание таблицы

<i>Электролит</i>	<i>Концентрация, моль/кг воды</i>								
	<i>0,001</i>	<i>0,002</i>	<i>0,005</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,5</i>
NaOH	-	-	-	0,905	0,871	0,818	0,766	0,727	0,690
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,887	0,847	0,778	0,714	0,642	0,536	0,445	0,365	0,266
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,88	0,84	0,76	0,69	0,60	0,46	0,37	0,27	0,17
SnCl <sub>2</sub>	0,809	0,716	0,624	0,512	0,398	0,283	0,233	-	-
ZnBr <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	0,547	0,510	0,511
ZnCl <sub>2</sub>	0,880	0,840	0,770	0,710	0,640	0,560	0,515	0,462	0,394
ZnSO <sub>4</sub>	0,700	0,608	0,477	0,387	0,298	0,202	0,150	0,104	0,063
HCOONa	-	-	-	-	-	-	0,778	0,734	0,685
CH <sub>3</sub> COONa	-	-	-	-	-	-	0,791	0,757	0,735
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COONa	-	-	-	-	-	-	0,800	0,772	0,764
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COONa	-	-	-	-	-	-	0,800	0,774	0,782
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COONa	-	-	-	-	-	-	0,800	0,776	0,790

## 25. Константы диссоциации слабых кислот при 25 °С

<i>Кислота</i>		$K_{дис}$	$pK_{дис}$
Фтороводородная HF		$6,7 \cdot 10^{-4}$	3,17
Хлористая HClO <sub>2</sub>		$1,1 \cdot 10^{-2}$	1,96
Хлорноватистая HClO		$1,0 \cdot 10^{-8}$	6,96
Азотистая HNO <sub>2</sub>		$5,0 \cdot 10^{-4}$	3,30
Азотноватистая H <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	(I)	$6,2 \cdot 10^{-8}$	7,21
	(II)	$2,9 \cdot 10^{-12}$	11,54
Валериановая CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH		$1,4 \cdot 10^{-5}$	4,86
Вольфрамовая H <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>	(I)	$6,3 \cdot 10^{-3}$	2,21
	(II)	$2,0 \cdot 10^{-4}$	3,70
Бромноватистая HBrO		$2,0 \cdot 10^{-9}$	8,70
Сероводородная H <sub>2</sub> S	(I)	$1,1 \cdot 10^{-7}$	6,96
	(II)	$3,63 \cdot 10^{-12}$	11,44
Сернистая H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	(I)	$1,7 \cdot 10^{-2}$	1,77
	(II)	$1,0 \cdot 10^{-7}$	7,00
Фосфористая H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	(I)	$3,1 \cdot 10^{-2}$	1,51
	(II)	$1,6 \cdot 10^{-7}$	6,79
Фосфорная H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	(I)	$7,11 \cdot 10^{-3}$	2,15
	(II)	$6,34 \cdot 10^{-8}$	7,20
	(III)	$1,26 \cdot 10^{-12}$	11,90
Пирофосфорная H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	(I)	$1,2 \cdot 10^{-1}$	0,91
	(II)	$7,9 \cdot 10^{-3}$	2,10
	(III)	$2,0 \cdot 10^{-7}$	6,70
	(IV)	$4,8 \cdot 10^{-10}$	9,32
Фосфорноватая H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	(I)	$6,3 \cdot 10^{-3}$	2,20
	(II)	$1,6 \cdot 10^{-3}$	2,81
	(III)	$5,4 \cdot 10^{-8}$	7,27
	(IV)	$9,3 \cdot 10^{-11}$	10,03
Фосфорноватистая H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub>		$5,9 \cdot 10^{-2}$	1,23
Циановодородная HCN		$4,0 \cdot 10^{-10}$	9,40

## Окончание таблицы

<i>Кислота</i>		$K_{дис}$	$pK_{дис}$
Угольная $H_2CO_3$	(I)	$4,4 \cdot 10^{-7}$	6,36
	(II)	$4,7 \cdot 10^{-11}$	10,33
Уксусная $CH_3COOH$		$1,74 \cdot 10^{-5}$	4,76
Хлоруксусная $CH_2ClCOOH$		$1,4 \cdot 10^{-3}$	2,86
Дихлоруксусная $CHCl_2COOH$		$5,07 \cdot 10^{-2}$	1,30
Трихлоруксусная $CCl_3COOH$		$2,0 \cdot 10^{-1}$	0,70
Масляная $CH_3(CH_2)_2COOH$		$1,5 \cdot 10^{-5}$	4,82
Муравьиная $HCOOH$		$1,78 \cdot 10^{-4}$	3,75
Бензойная $C_6H_5COOH$		$6,3 \cdot 10^{-5}$	4,20
Щавелевая $H_2C_2O_4$	(I)	$6,46 \cdot 10^{-2}$	1,19
	(II)	$6,17 \cdot 10^{-5}$	4,21
Хромовая $H_2CrO_4$	(II)	$3,16 \cdot 10^{-7}$	6,50
Дихромовая $H_2Cr_2O_7$	(II)	$2,3 \cdot 10^{-2}$	1,64
Иодноватая $HIIO_3$		$1,69 \cdot 10^{-1}$	0,77
Иодноватистая $HIIO$		$2,3 \cdot 10^{-11}$	10,64
Тиоцианатоводородная $HNCS$		$1,41 \cdot 10^{-1}$	0,85
Серная $H_2SO_4$	(II)	$1,12 \cdot 10^{-2}$	1,95
Тиосерная $H_2S_2O_2$		$2,5 \cdot 10^{-1}$	0,60
Селенистоводородная $H_2Se$	(I)	$1,55 \cdot 10^{-4}$	3,81
	(II)	$1,0 \cdot 10^{-11}$	11,00
Борная $H_3BO_3$	(I)	$7,1 \cdot 10^{-10}$	9,15
	(II)	$1,8 \cdot 10^{-13}$	12,74
	(III)	$1,6 \cdot 10^{-14}$	13,80
Бромноватая $HBrO_3$		$2,0 \cdot 10^{-1}$	0,70
Димолибденовая $H_2Mo_2O_7$		$9,55 \cdot 10^{-6}$	5,02
Дихромовая $H_2Cr_2O_7$	(II)	$2,29 \cdot 10^{-2}$	1,64

## 26. Константы диссоциации оснований при 25 °С

Основание	$K_{дис}$	$pK_{дис}$
Анилин $C_6H_5NH_2$	$3,8 \cdot 10^{-10}$	9,42
Гидроксид аммония $NH_4OH$	$1,74 \cdot 10^{-5}$	4,76
Гидразин $N_2H_4 \cdot H_2O$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	5,77
Пиридин $C_5H_5N$	$1,7 \cdot 10^{-9}$	8,77
Метиламин $CH_3NH_2$	$6,7 \cdot 10^{-4}$	3,17
Этиламин $C_2H_5NH_2$	$4,38 \cdot 10^{-4}$	3,36
Диметиламин $(CH_3)_2NH$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	3,28
Триметиламин $(CH_3)_3N$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27
Фенол $C_6H_5OH$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	10,00
Серебра гидроксид $AgOH$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	2,30
Алюминия гидроксид $Al(OH)_3$	(I) $7,41 \cdot 10^{-9}$	8,13
	(II) $2,14 \cdot 10^{-9}$	8,67
	(II) $1,05 \cdot 10^{-9}$	8,98
Бария гидроксид $Ba(OH)_2$	(II) $2,30 \cdot 10^{-1}$	0,64
Кальция гидроксид $Ca(OH)_2$	(II) $5,80 \cdot 10^{-3}$	1,23
Кадмия гидроксид $Cd(OH)_2$	(I) $8,13 \cdot 10^{-4}$	3,09
	(II) $4,17 \cdot 10^{-7}$	6,38
Кобальта гидроксид $Co(OH)_2$	(I) $7,90 \cdot 10^{-5}$	4,10
	(II) $7,90 \cdot 10^{-6}$	5,10
Хрома гидроксид $Cr(OH)_2$	(II) $3,98 \cdot 10^{-8}$	7,40
Меди гидроксид $Cu(OH)_2$	(I) $6,61 \cdot 10^{-8}$	7,18
Железа (II) гидроксид $Fe(OH)_2$	(I) $1,20 \cdot 10^{-2}$	1,92
	(II) $1,30 \cdot 10^{-4}$	3,89
Железа (III) гидроксид $Fe(OH)_3$	(II) $1,82 \cdot 10^{-11}$	10,74

Окончание таблицы

Основание	$K_{дис}$	$pK_{дис}$
Магния гидроксид $Mg(OH)_2$	(II) $2,63 \cdot 10^{-3}$	2,58
Марганца гидроксид $Mn(OH)_2$	(II) $3,89 \cdot 10^{-4}$	3,41
Никеля гидроксид $Ni(OH)_2$	(II) $8,32 \cdot 10^{-4}$	3,08
Свинца гидроксид $Pb(OH)_2$	(I) $5,01 \cdot 10^{-4}$ (II) $1,41 \cdot 10^{-8}$	3,30 7,85
Стронция гидроксид $Sr(OH)_2$	(I) $1,48 \cdot 10^{-1}$	0,83
Цинка гидроксид $Zn(OH)_2$	(I) $1,32 \cdot 10^{-5}$ (II) $2,00 \cdot 10^{-9}$	4,88 8,70

### 27. Общие константы нестойкости некоторых комплексных ионов при $T=298\text{ K}$

Комплексный ион	$K_n$	$pK$	Комплексный ион	$K_n$	$pK$
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	$2,1 \cdot 10^{-13}$	12,68	$[PtCl_4]^{2-}$	$2,5 \cdot 10^{-17}$	16,60
$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$	$3,5 \cdot 10^{-10}$	9,46	$[PtBr_4]^{2-}$	$4,0 \cdot 10^{-21}$	20,40
$[Hg(NH_3)_4]^{2+}$	$5,2 \cdot 10^{-20}$	19,28	$[PtI_4]^{2-}$	$2,5 \cdot 10^{-30}$	29,60
$[Ni(NH_3)_4]^{2+}$	$9,1 \cdot 10^{-8}$	7,04	$[Pt(CN)_4]^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-41}$	41,00
$[Co(NH_3)_4]^{2+}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$	5,55	$[Ag(OH)_3]^{2-}$	$6,3 \cdot 10^{-6}$	5,20
$[CdCu(NH_3)_4]^{2+}$	$4,2 \cdot 10^{-8}$	7,37	$[Pb(OH)_3]^-$	$1,2 \cdot 10^{-14}$	13,92

### 28. Удельная электрическая проводимость растворов KCl в интервале $(0 \div 30)^\circ\text{C}$

Концентрация, моль·дм <sup>-3</sup>	$\kappa, \text{Cm} \cdot \text{m}^{-1}$ при температуре, $^\circ\text{C}$						
	0	5	10	15	20	25	30
0,01	0,0776	0,0896	0,1020	0,1147	0,1278	0,1413	0,1552
0,02	0,1521	0,1752	0,1994	0,2243	0,2501	0,2765	0,3036
0,1	0,7150	0,8220	0,9330	1,0480	1,1670	1,2880	1,4120
1,0	6,5410	7,4140	8,3190	9,2520	10,2070	11,180	-

**29. Молярная электрическая проводимость [(См·см<sup>2</sup>)/моль] разбавленных водных растворов электролитов при 25 °С**

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

где  $\lambda_c$  – молярная проводимость при концентрации  $c$ , моль/дм<sup>3</sup>.

Коэффициенты  $\lambda^*$ ,  $a$  и  $b$  применимы в области концентраций 0,001-0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

Электролит	$\lambda^*$	$a$	$b$	Электролит	$\lambda^*$	$a$	$b$
AgNO <sub>3</sub>	133,3	0,68	0,35	KI	150,8	0,63	0,62
½ Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	142,0	1,30	-3,5	KNO <sub>3</sub>	144,5	0,64	0,36
1/3 AlBr <sub>3</sub>	139,0	1,64	2,2	КОН	271,0	0,45	0,40
1/3 AlCl <sub>3</sub>	137,6	1,65	2,0	½ K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	151,4	1,24	1,14
1/3 Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	129,5	1,72	2,2	LiNO <sub>3</sub>	111,0	0,77	0,45
½ BaBr <sub>2</sub>	141,1	1,28	1,78	LiOH	236,5	0,48	0,5
½ BaCl <sub>2</sub>	139,5	1,28	1,74	½ MgBr <sub>2</sub>	129,0	1,34	2,2
½ Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	132,0	1,34	1,2	½ Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	129,0	1,35	1,8
½ CaBr <sub>2</sub>	133,0	1,32	2,1	NH <sub>4</sub> Br	155,0	0,62	0,60
½ CaCl <sub>2</sub>	135,6	1,3	1,8	NH <sub>4</sub> Cl	150,5	0,63	0,49
½ Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	130,0	1,35	2,0	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	145,3	0,64	0,55
½ CuCl <sub>2</sub>	131,0	1,33	1,5	NaBr	126,0	0,70	0,50
½ CuSO <sub>4</sub>	113,0	2,79	3,3	½ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	124,1	1,47	1,6
½ FeCl <sub>2</sub>	137,0	1,34	1,05	NaCOOCH <sub>3</sub>	91,1	0,89	0,34
HBr	429,4	0,37	0,35	NaCl	126,5	0,70	0,74
HCl	426,0	0,37	0,38	NaClO <sub>3</sub>	115,0	0,75	0,6
HClO <sub>4</sub>	417,0	0,36	0,4	NaF	106,0	0,79	0,60
HI	428,0	0,37	0,42	NaI	127,0	0,70	0,80
HNO <sub>3</sub>	420,0	0,37	0,36	NaOH	246,5	0,47	0,30
KBr	151,7	0,62	0,62	½ Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	129,0	1,39	1,50
KCl	149,8	0,63	0,64	½ PbCl <sub>2</sub>	145,0	1,26	-7
KF	128,0	0,70	0,5	½ ZnCl <sub>2</sub>	130,0	1,48	2,3
1/3 K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	167,8	1,56	1,8	½ ZnSO <sub>4</sub>	105,0	2,90	4,2
1/4 K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	169,0	2,48	3,6				

### 30. Предельная молярная электрическая проводимость ионов в воде в интервале температур (0 ÷ 25) °С

$$\lambda_{0,t} = \lambda_{0,25} \cdot [(1 + \alpha(t - 25))]$$

В интервале от 15 до 35°С температурный коэффициент электрической проводимости  $\alpha = \frac{1}{\lambda_{0,25}} \left( \frac{d\lambda}{dt} \right) \approx 0,02$ .

Катион	$\lambda_0$ , (См·см <sup>2</sup> ·моль <sup>-1</sup> ) при температуре, °С		
	0	18	25
Ag <sup>+</sup>	33,1	53,5	61,9
Al <sup>3+</sup>	87,0	-	189,0
Ba <sup>2+</sup>	68,0	109,2	127,2
Ca <sup>2+</sup>	62,4	101,4	119,0
Cd <sup>2+</sup>	56,0	90,2	108,0
Co <sup>2+</sup>	56,0	90,0	108,0
Cr <sup>3+</sup>	-	-	201,0
Cu <sup>2+</sup>	56,0	90,6	113,2
Fe <sup>2+</sup>	56,0	89,0	107,0
Fe <sup>3+</sup>	-	-	204
H <sup>+</sup>	225,0	315,0	349,8
Hg <sup>2+</sup>	-	-	126,6
K <sup>+</sup>	40,7	63,9	73,5
Li <sup>+</sup>	19,4	32,8	38,6
Mg <sup>2+</sup>	57,8	89,8	106,0
Mn <sup>2+</sup>	54,0	89,0	107,0
Na <sup>+</sup>	26,5	42,8	50,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	40,2	63,9	73,5
Ni <sup>2+</sup>	56,0	90,0	108,0
Pb <sup>2+</sup>	75,0	121,0	140,0
Zn <sup>2+</sup>	56,0	90,0	108,0
Br <sup>-</sup>	42,6	68,0	78,1
BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	43,1	49,0	55,8
Cl <sup>-</sup>	41,0	66,0	76,35
ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	-	52,0
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	36,0	55,0	64,6
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	36,9	58,8	67,3
CN <sup>-</sup>	-	-	78,0

<i>Окончание таблицы</i>			
<i>Анион</i>	<i><math>\lambda_0</math>, (См·см<sup>2</sup>·моль<sup>-1</sup>) при температуре, °С</i>		
	<i>0</i>	<i>18</i>	<i>25</i>
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	72,0	121,0	138,6
F <sup>-</sup>	-	47,3	55,4
[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	-	-	297,3
[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	-	-	111,0
I <sup>-</sup>	41,4	66,5	76,8
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	44,0	59,0	72,0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40,0	62,3	71,46
OH <sup>-</sup>	105,0	171,0	198,3
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-	-	207,0
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-	-	144,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	82,0	136,8	160,0
HCOO <sup>-</sup>	-	47,0	54,6
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	20,3	34,0	40,9
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COO <sup>-</sup>	-	-	35,8
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COO <sup>-</sup>	-	-	32,6
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COO <sup>-</sup>	-	-	28,8
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO <sup>-</sup>	17,0	-	32,3
CH <sub>2</sub> ClCOO <sup>-</sup>	-	-	39,8

### 31. Абсолютные скорости ионов в водных растворах при t = 25 °С

<i>Катион</i>	<i><math>\nu, +</math> см<sup>2</sup>·В<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup></i>	<i>Анион</i>	<i><math>\nu, -</math> см<sup>2</sup>·В<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup></i>
H <sup>+</sup>	0,003620	OH <sup>-</sup>	0,002050
K <sup>+</sup>	0,000762	Br <sup>-</sup>	0,000812
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,000760	I <sup>-</sup>	0,000796
Ag <sup>+</sup>	0,000642	Cl <sup>-</sup>	0,000791
Na <sup>+</sup>	0,000520	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,000740
Li <sup>+</sup>	0,000388	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	0,000424
Ba <sup>2+</sup>	0,000659	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,000827
Ca <sup>2+</sup>	0,000616	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0,000705
Sr <sup>2+</sup>	0,000616	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	0,001140
Mg <sup>2+</sup>	0,000550		

### 32. Электрическая проводимость растворов слабых кислот и оснований при 25 °С

<i>Кислота</i>	$\mu \cdot 10^4, (\text{См} \cdot \text{м}^2)/\text{моль, при разведении, дм}^3/\text{моль}$					
	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>128</b>	<b>256</b>	<b>512</b>	<b>1024</b>
Дихлоруксусная кислота $\text{CHCl}_2\text{COOH}$	269,8	309,9	338,4	359,2	375,4	383,8
Изомасляная кислота <i>изо</i> - $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	8,0	11,4	15,4	22,2	30,8	42,6
Масляная кислота $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	8,2	11,6	16,3	22,7	31,5	43,3
Муравьиная кислота $\text{HCOOH}$	31,2	43,2	59,2	80,6	108,8	143
Пропионовая кислота $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	7,8	11,1	15,5	21,7	30,1	41,3
Трихлоруксусная кислота $\text{CCl}_3\text{COOH}$	344,3	354,8	363,5	371,4	377,0	379,5
Угольная кислота $\text{H}_2\text{CO}_3$	(1,32)	(1,9)	-	-	-	-
Уксусная кислота $\text{CH}_3\text{COOH}$	9,2	12,9	18,1	25,4	34,3	49,0
Фосфорная кислота $\text{H}_3\text{PO}_4$	156	195	240	279	317	341
Хлоруксусная кислота $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$	77,2	103,2	136,1	174,8	219,4	265,7
Щавелевая кислота $(\text{COOH})_2$	285	319	345	369	388	408
<b>Основание</b>	$\mu \cdot 10^4, (\text{См} \cdot \text{м}^2)/\text{моль, при разведении, дм}^3/\text{моль}$					
	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>128</b>	<b>256</b>
Гидразин $\text{NH}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1,4	1,7	2,1	2,7	3,8	5,5
Гидроксид аммония $\text{NH}_4\text{OH}$	3,4	4,8	6,7	9,5	13,5	18,2

<i>Окончание таблицы</i>						
<i>Основание</i>	<i><math>\mu \cdot 10^4</math>, (См·м<sup>2</sup>)/моль, при разведении, дм<sup>3</sup>/моль</i>					
	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>128</b>	<b>256</b>	<b>512</b>	<b>1024</b>
Диметиламин (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH·H <sub>2</sub> O	17,2	24	33,2	45,3	61,2	80,7
Диэтиламин (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH·H <sub>2</sub> O	20,4	28,8	39,7	53,8	71,8	92,7
Метиламин CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	15,1	21,0	28,9	39,3	53,0	70,0
Пиперидин CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> NH·H <sub>2</sub> O	23,0	32,3	44,2	59,2	77,8	99,7
Пропиламин C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NH <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	13,2	18,7	25,6	35,4	47,8	63,8
Триметиламин (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N·H <sub>2</sub> O	-	-	-	15,4	21,4	29,4
Этиламин C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	14,8	21,0	28,9	39,2	52,9	70,2

### 33. Произведение растворимости при 25 °С

$$PP = v_+^{v_+} \cdot v_-^{v_-} \cdot (\gamma_{\pm} \cdot c)^{v_+ + v_-},$$

где  $v_+$  и  $v_-$  - число катионов и анионов;  $\gamma_{\pm}$  - средний ионный коэффициент активности;  $c$  – концентрация насыщенного раствора, моль/дм<sup>3</sup>.

Значения ПР вычислены из данных по электродным потенциалам и термодинамическим функциям.

<i>Соединение</i>	<i>ПР, (моль/дм<sup>3</sup>)<sup>v</sup></i>	<i>Соединение</i>	<i>ПР, (моль/дм<sup>3</sup>)<sup>v</sup></i>
AgBr	$4,8 \cdot 10^{-13}$	SnI <sub>2</sub>	$8,3 \cdot 10^{-6}$
AgCl	$1,73 \cdot 10^{-10}$	Fe(OH) <sub>2</sub>	$1,6 \cdot 10^{-15}$
Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	$1,20 \cdot 10^{-12}$	Fe(OH) <sub>3</sub>	$6,3 \cdot 10^{-38}$
Ag <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	$2,00 \cdot 10^{-7}$	FeCO <sub>3</sub>	$2,9 \cdot 10^{-11}$
AgOH	$1,63 \cdot 10^{-8}$	FePO <sub>4</sub>	$1,3 \cdot 10^{-22}$
AgCN	$1,6 \cdot 10^{-14}$	HgS	$1,4 \cdot 10^{-45}$
AgI	$8,1 \cdot 10^{-17}$	Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$6,4 \cdot 10^{-7}$
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$1,24 \cdot 10^{-5}$	Hg <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	$5,4 \cdot 10^{-23}$
Ag <sub>2</sub> S	$4,23 \cdot 10^{-50}$	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	$1,2 \cdot 10^{-18}$
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$8,2 \cdot 10^{-12}$	Hg <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	$4,4 \cdot 10^{-29}$
Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	$1,3 \cdot 10^{-20}$	PbCO <sub>3</sub>	$1,0 \cdot 10^{-13}$

<i>Окончание таблицы</i>			
<i>Соединение</i>	<i>ПР, (моль/дм<sup>3</sup>)<sup>ν</sup></i>	<i>Соединение</i>	<i>ПР, (моль/дм<sup>3</sup>)<sup>ν</sup></i>
Ag <sub>2</sub> IO <sub>3</sub>	3,1·10 <sup>-8</sup>	Pb <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	7,9·10 <sup>-43</sup>
BaCrO <sub>4</sub>	1,1·10 <sup>-10</sup>	PbCrO <sub>4</sub>	2,8·10 <sup>-13</sup>
Ba(OH) <sub>2</sub>	5,0·10 <sup>-3</sup>	PbBr <sub>2</sub>	4,5·10 <sup>-6</sup>
Ba <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	6,0·10 <sup>-39</sup>	PbCl <sub>2</sub>	1,6·10 <sup>-5</sup>
BaCO <sub>3</sub>	5,1·10 <sup>-9</sup>	PbI <sub>2</sub>	8,2·10 <sup>-9</sup>
BaSO <sub>4</sub>	1,8·10 <sup>-10</sup>	Pb(OH) <sub>2</sub>	5,1·10 <sup>-16</sup>
CaCO <sub>3</sub>	3,7·10 <sup>-9</sup>	PbSO <sub>4</sub>	1,7·10 <sup>-8</sup>
Ca(OH) <sub>2</sub>	6,1·10 <sup>-6</sup>	PbS	6,2·10 <sup>-28</sup>
CaHPO <sub>4</sub>	2,2·10 <sup>-7</sup>	ZnC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2,0·10 <sup>-8</sup>
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1,0·10 <sup>-3</sup>	ZnS	1,6·10 <sup>-24</sup>
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1,0·10 <sup>-25</sup>	Zn(OH) <sub>2</sub>	4,9·10 <sup>-17</sup>
CaF <sub>2</sub>	4,0·10 <sup>-11</sup>	ZnCO <sub>3</sub>	5,3·10 <sup>-11</sup>
CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2,3·10 <sup>-9</sup>	CoCO <sub>3</sub>	1,5·10 <sup>-10</sup>
CaSO <sub>4</sub>	3,7·10 <sup>-5</sup>	Co(OH) <sub>2</sub>	1,6·10 <sup>-15</sup>
CdCO <sub>3</sub>	2,5·10 <sup>-14</sup>	Cr(OH) <sub>2</sub>	1,0·10 <sup>-17</sup>
CdS	7,9·10 <sup>-27</sup>	MgCO <sub>3</sub>	7,9·10 <sup>-6</sup>
Cd(OH) <sub>2</sub>	1,8·10 <sup>-14</sup>	MgF <sub>2</sub>	6,4·10 <sup>-9</sup>
CuCN	3,2·10 <sup>-20</sup>	Mg(OH) <sub>2</sub>	6,8·10 <sup>-12</sup>
CuOH	1,0·10 <sup>-14</sup>	Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3,9·10 <sup>-26</sup>
Cu(OH) <sub>2</sub>	5,6·10 <sup>-20</sup>	NiCO <sub>3</sub>	1,3·10 <sup>-7</sup>
CuS	1,4·10 <sup>-36</sup>	Ni(OH) <sub>2</sub>	1,6·10 <sup>-14</sup>
CuCl	3,2·10 <sup>-7</sup>	Sr(OH) <sub>2</sub>	3,2·10 <sup>-4</sup>
CuI	1,1·10 <sup>-13</sup>	SrCO <sub>3</sub>	1,1·10 <sup>-10</sup>
MnCO <sub>3</sub>	4,9·10 <sup>-11</sup>	SrSO <sub>4</sub>	3,2·10 <sup>-7</sup>
Mn(OH) <sub>2</sub>	2,3·10 <sup>-13</sup>		

## 34. Таблица растворимости солей, кислот и оснований в воде

Катион анион	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		Р	Р	Р	–	Р	М	М	Н	Н	–	Н	Н	Н	Н
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cl <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р
S <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Н	Р	–	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	М	М	М	Р	М	–	–	Н	М	–	–
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Р	Р	Р	–	М	Р	Р	Р
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	–	Н	Н	Н	–	–
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Н	–	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	Н	Н	–	–
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

**Р** - растворимое (>1 г в 100 г воды);  
**М** - малорастворимое (0,001 г - 1г в 100 г воды);  
**Н** - нерастворимое (< 0,001 г в 100 г воды);  
 – - разлагается водой или не существует.

### 35. Электрохимический ряд напряжений металлов

<b>Li</b>	<b>Cs</b>	<b>K</b>	<b>Ba</b>	<b>Ca</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Sn</b>	<b>Pb</b>	<b>H<sub>2</sub></b>	<b>Cu</b>	<b>Ag</b>	<b>Hg</b>	<b>Pt</b>	<b>Au</b>
-3,04	-3,01	-2,92	-2,90	-2,87	-2,71	-2,36	-1,66	-0,76	-0,44	-0,28	-0,25	-0,14	-0,13	<b>0</b>	+0,34	+0,80	+0,85	+1,28	+1,5
<b>Li<sup>+</sup></b>	<b>Cs<sup>+</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ba<sup>2+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>Zn<sup>2+</sup></b>	<b>Fe<sup>2+</sup></b>	<b>Co<sup>2+</sup></b>	<b>Ni<sup>2+</sup></b>	<b>Sn<sup>2+</sup></b>	<b>Pb<sup>2+</sup></b>	<b>2 H</b>	<b>Cu<sup>2+</sup></b>	<b>Ag<sup>+</sup></b>	<b>Hg<sup>2+</sup></b>	<b>Pt<sup>2+</sup></b>	<b>Au<sup>3+</sup></b>

Восстановительная активность металлов (свойство отдавать электроны) уменьшается, а окислительная способность их катионов (свойство присоединять электроны) увеличивается в указанном ряду слева направо.

### 36. Последовательность окисления анионов на инертном аноде при электролизе



В направлении слева направо убывает способность анионов окисляться.

## ТЕРМОДИНАМИКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

### 37. Стандартные электродные потенциалы в водных растворах при 25<sup>0</sup>С

№ п/п	Электрод	Реакция	$\varphi^{\circ}, В$
<i>Электроды, обратимые относительно катиона</i>			
1	Li <sup>+</sup> , Li	Li <sup>+</sup> + $\bar{e}$ → Li	-3,045
2	K <sup>+</sup> , K	K <sup>+</sup> + $\bar{e}$ → K	-2,925
3	Rb <sup>+</sup> , Rb	Rb <sup>+</sup> + $\bar{e}$ → Rb	-2,925
4	Cs <sup>+</sup> , Cs	Cs <sup>+</sup> + $\bar{e}$ → Cs	-2,923
5	Ra <sup>2+</sup> , Ra	Ra <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Ra	-2,916
6	Ba <sup>2+</sup> , Ba	Ba <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Ba	-2,906
7	Sr <sup>2+</sup> , Sr	Sr <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Sr	-2,888
8	Ca <sup>2+</sup> , Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Ca	-2,866
9	Na <sup>+</sup> , Na	Na <sup>+</sup> + $\bar{e}$ → Na	-2,714
10	La <sup>3+</sup> , La	La <sup>3+</sup> + 3 $\bar{e}$ → La	-2,522
11	Mg <sup>2+</sup> , Mg	Mg <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Mg	-2,363
12	H <sup>+</sup> , H	H <sup>+</sup> + $\bar{e}$ → H	-2,106
13	Th <sup>4+</sup> , Th	Th <sup>4+</sup> + 4 $\bar{e}$ → Th	-1,899
14	Be <sup>2+</sup> , Be	Be <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Be	-1,847
15	U <sup>3+</sup> , U	U <sup>3+</sup> + 3 $\bar{e}$ → U	-1,789
16	Al <sup>3+</sup> , Al	Al <sup>3+</sup> + 3 $\bar{e}$ → Al	-1,662
17	Mn <sup>2+</sup> , Mn	Mn <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Mn	-1,180
18	Cr <sup>2+</sup> , Cr	Cr <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Cr	-0,913
19	Zn <sup>2+</sup> , Zn	Zn <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Zn	-0,763
20	Cr <sup>3+</sup> , Cr	Cr <sup>3+</sup> + 3 $\bar{e}$ → Cr	-0,744
21	Fe <sup>2+</sup> , Fe	Fe <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Fe	-0,440
22	Cd <sup>2+</sup> , Cd	Cd <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Cd	-0,403
23	In <sup>3+</sup> , In	In <sup>3+</sup> + 3 $\bar{e}$ → In	-0,343
24	Tl <sup>+</sup> , Tl	Tl <sup>+</sup> + $\bar{e}$ → Tl	-0,336
25	Co <sup>2+</sup> , Co	Co <sup>2+</sup> + 2 $\bar{e}$ → Co	-0,277

## Продолжение таблицы

<i>№ n/n</i>	<i>Электрод</i>	<i>Реакция</i>	<i>φ°, В</i>
26	Ni <sup>2+</sup> , Ni	Ni <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → Ni	-0,250
27	Sn <sup>2+</sup> , Sn	Sn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → Sn	-0,136
28	Pb <sup>2+</sup> , Pb	Pb <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → Pb	-0,126
29	Fe <sup>3+</sup> , Fe	Fe <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup> → Fe	-0,036
30	Cu <sup>2+</sup> , Cu	Cu <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → Cu	+0,337
31	Cu <sup>+</sup> , Cu	Cu <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Cu	+0,521
32	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Hg	½ Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup> → Hg	+0,798
33	Ag <sup>+</sup> , Ag	Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Ag	+0,799
34	Hg <sup>2+</sup> , Hg	Hg <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → Hg	+0,854
35	Au <sup>3+</sup> , Au	Au <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup> → Au	+1,498
36	Pu <sup>3+</sup> , Pu	Pu <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup> → Pu	+2,03
<b><i>Электроды, обратимые относительно аниона</i></b>			
37	Se, Se <sup>2-</sup>	Se + 2 e <sup>-</sup> → Se <sup>2-</sup>	-0,92
38	S, S <sup>2-</sup>	S + 2 e <sup>-</sup> → S <sup>2-</sup>	-0,447
39	I <sub>2</sub> (кп), I <sup>-</sup>	½ I <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → I <sup>-</sup>	+0,536
40	Br <sub>2</sub> (ж), Br <sup>-</sup>	½ Br <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Br <sup>-</sup>	+1,065
<b><i>Газовые электроды</i></b>			
41	H <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	2 H <sub>3</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → H + 2OH <sup>-</sup>	-0,828
42	H <sup>+</sup> , HCOOH, CO <sub>2</sub> , (Pt)	CO <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → HCOOH	-0,199
43	H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> , Pt	H <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → ½ H <sub>2</sub>	-0,000
44	O <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	½ O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → 2OH <sup>-</sup>	+0,401
45	H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> (Pt)	O <sub>2</sub> + 2 H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	+0,682
46	H <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO (Pt)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 4H <sup>+</sup> + 4 e <sup>-</sup> → NO + 2H <sub>2</sub> O	+0,96
47	H <sup>+</sup> , HNO <sub>2</sub> , NO (Pt)	HNO <sub>2</sub> + H <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → NO + H <sub>2</sub> O	+1,00
48	ClO <sub>2</sub> , ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (Pt)	ClO <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	+1,16
49	H <sup>+</sup> , O <sub>2</sub> (Pt)	O <sub>2</sub> + 4 H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → 2H <sub>2</sub> O	+1,229
50	O <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup> (Pt)	O <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → O <sub>2</sub> + 2OH <sup>-</sup>	+1,24
51	H <sup>+</sup> , ClO <sub>2</sub> , HClO <sub>2</sub> (Pt)	ClO <sub>2</sub> + H <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → HClO <sub>2</sub>	+1,275

<i>Продолжение таблицы</i>			
<i>№ n/n</i>	<i>Электрод</i>	<i>Реакция</i>	<i>φ°, В</i>
52	Cl <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup>	$\frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \bar{e} \rightarrow \text{Cl}^-$	+1,360
53	H <sup>+</sup> , HClO, Cl <sub>2</sub> (Pt)	$\text{HClO} + \text{H}^+ + \bar{e} \rightarrow$ $\frac{1}{2} \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,63
54	H <sup>+</sup> , O <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> (Pt)	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow$ $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2,07
55	H <sup>+</sup> , O (Pt)	$\text{O} + 2\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	+2,422
56	F <sub>2</sub> , F <sup>-</sup>	$\frac{1}{2} \text{F}_2 + \bar{e} \rightarrow \text{F}^-$	+2,87
<b><i>Электроды второго рода</i></b>			
57	Ca, Ca(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{Ca(OH)}_2 + 2 \bar{e} \rightarrow$ $\text{Ca} + 2\text{OH}^-$	-3,02
58	Sr, Sr(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{Sr(OH)}_2 + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Sr} + 2\text{OH}^-$	-2,88
59	Ba, Ba(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{Ba(OH)}_2 + 2 \bar{e} \rightarrow$ $\text{Ba} + 2\text{OH}^-$	-2,81
60	Mg, Mg(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{Mg(OH)}_2 + 2 \bar{e} \rightarrow$ $\text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-2,69
61	U, UO <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{UO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4 \bar{e} \rightarrow$ $\text{U} + 4\text{OH}^-$	-2,39
62	Al, Al(OH) <sub>3</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{Al(OH)}_3 + 3 \bar{e} \rightarrow$ $\text{Al} + 3\text{OH}^-$	-2,30
63	Mn, Mn(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{Mn(OH)}_2 + 2 \bar{e} \rightarrow$ $\text{Mn} + 2\text{OH}^-$	-1,55
64	Mn, MnCO <sub>3</sub> / CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	$\text{MnCO}_3 + 2 \bar{e} \rightarrow$ $\text{Mn} + \text{CO}_3^{2-}$	-1,50
65	Cr, Cr(OH) <sub>3</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{Cr(OH)}_3 + 3 \bar{e} \rightarrow$ $\text{Cr} + 3\text{OH}^-$	-1,48
66	Zn, ZnS, S <sup>2-</sup>	$\text{ZnS} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Zn} + \text{S}^{2-}$	-1,405
67	Zn, Zn(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	$\text{Zn(OH)}_2 + 2 \bar{e} \rightarrow$ $\text{Zn} + 2\text{OH}^-$	-1,245
68	Cd, CdS, S <sup>2-</sup>	$\text{CdS} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Cd} + \text{S}^{2-}$	-1,175
69	Zn, ZnCO <sub>3</sub> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	$\text{ZnCO}_3 + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}_3^{2-}$	-1,06
70	Fe, FeS, S <sup>2-</sup>	$\text{FeS} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Fe} + \text{S}^{2-}$	-0,95
71	Pb, PbS, S <sup>2-</sup>	$\text{PbS} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Pb} + \text{S}^{2-}$	-0,93
72	Cu, Cu <sub>2</sub> S, S <sup>2-</sup>	$\text{Cu}_2\text{S} + 2 \bar{e} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{S}^{2-}$	-0,89

<i>Продолжение таблицы</i>			
<b>№ n/n</b>	<b>Электрод</b>	<b>Реакция</b>	<b><math>\varphi^\circ, В</math></b>
73	Fe, Fe(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	Fe(OH) <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup> → Fe + 2OH <sup>-</sup>	-0,877
74	Si, SiO <sub>2</sub> , H <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub> + 4 H <sup>+</sup> + 4 e <sup>-</sup> → Si + 2H <sub>2</sub> O	-0,857
75	Cd, Cd(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	Cd(OH) <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup> → Cd + 2OH <sup>-</sup>	-0,809
76	Fe, FeCO <sub>3</sub> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	FeCO <sub>3</sub> + 2 e <sup>-</sup> → Fe + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-0,756
77	Tl, TlI, I <sup>-</sup>	TlI + e <sup>-</sup> → Tl + I <sup>-</sup>	-0,753
78	Cd, CdCO <sub>3</sub> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CdCO <sub>3</sub> + 2 e <sup>-</sup> → Cd + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	(-0,74)
79	Co, Co(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	Co(OH) <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup> → Co + 2OH <sup>-</sup>	-0,73
80	Ni, Ni(OH) <sub>2</sub> , OH <sup>-</sup>	Ni(OH) <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup> → Ni + 2OH <sup>-</sup>	-0,72
81	Hg, HgS, S <sup>2-</sup>	HgS + 2 e <sup>-</sup> → Hg + S <sup>2-</sup>	-0,69
82	Ag, Ag <sub>2</sub> S <sub>(α)</sub> , S <sup>2-</sup>	Ag <sub>2</sub> S + 2 e <sup>-</sup> → 2Ag + S <sup>2-</sup>	-0,66
83	Pb, PbO, OH <sup>-</sup>	PbO + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → Pb + 2OH <sup>-</sup>	-0,578
84	Tl, TlCl, Cl <sup>-</sup>	TlCl + e <sup>-</sup> → Tl + Cl <sup>-</sup>	-0,557
85	Pb, PbCO <sub>3</sub> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PbCO <sub>3</sub> + 2 e <sup>-</sup> → Pb + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-0,506
86	Bi, Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , OH <sup>-</sup>	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 3H <sub>2</sub> O + 3 e <sup>-</sup> → 2Bi + 6OH <sup>-</sup>	-0,460
87	Pb, PbI <sub>2</sub> , I <sup>-</sup>	PbI <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Pb + 2I <sup>-</sup>	-0,365
88	Pb, PbSO <sub>4</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PbSO <sub>4</sub> + 2 e <sup>-</sup> → Pb + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0,359
89	Cu, Cu <sub>2</sub> O, OH <sup>-</sup>	Cu <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → 2Cu + 2OH <sup>-</sup>	-0,358
90	Tl, TlOH, OH <sup>-</sup>	TlOH + e <sup>-</sup> → Tl + OH <sup>-</sup>	-0,345
91	Pb, PbBr <sub>2</sub> , Br <sup>-</sup>	PbBr <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Pb + 2Br <sup>-</sup>	-0,284
92	Pb, PbCl <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup>	PbCl <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Pb + 2Cl <sup>-</sup>	-0,268
93	Cu, CuI <sub>2</sub> , I <sup>-</sup>	CuI <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Cu + 2I <sup>-</sup>	-0,185
94	Ag, AgI, I <sup>-</sup>	AgI + e <sup>-</sup> → Ag + I <sup>-</sup>	-0,152
95	Ge, GeO <sub>2</sub> , H <sup>+</sup>	GeO <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup> + 4 e <sup>-</sup> → Ge + 2H <sub>2</sub> O	-0,15
96	Hg, Hg <sub>2</sub> I <sub>2</sub> , I <sup>-</sup>	½ Hg <sub>2</sub> I <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Hg + I <sup>-</sup>	-0,040
97	Ag, AgCN, CN <sup>-</sup>	AgCN + e <sup>-</sup> → Ag + CN <sup>-</sup>	-0,017

<i>Продолжение таблицы</i>			
<i>№ n/n</i>	<i>Электрод</i>	<i>Реакция</i>	<i>φ°, В</i>
98	Ag, AgBr, Br <sup>-</sup>	AgBr + e <sup>-</sup> → Ag + Br <sup>-</sup>	+0,071
99	Hg, HgO, OH <sup>-</sup>	HgO + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → Hg + 2OH <sup>-</sup>	+0,098
100	Cu, CuCl, Cl <sup>-</sup>	CuCl + e <sup>-</sup> → Cu + Cl <sup>-</sup>	+0,137
101	Hg, Hg <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> , Br <sup>-</sup>	½ Hg <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Hg + Br <sup>-</sup>	+0,140
102	Sb, Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , H <sup>+</sup>	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 6H <sup>+</sup> + 6 e <sup>-</sup> → 2Sb + 3H <sub>2</sub> O	+0,152
103	Ag, AgCl, Cl <sup>-</sup>	AgCl + e <sup>-</sup> → Ag + Cl <sup>-</sup>	+0,222
104	Hg, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup>	½ Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Hg + Cl <sup>-</sup>	+0,268
105	Ag, Ag <sub>2</sub> O, OH <sup>-</sup>	Ag <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → 2Ag + 2OH <sup>-</sup>	+0,345
106	Ag, AgIO <sub>3</sub> , IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	AgIO <sub>3</sub> + e <sup>-</sup> → Ag + IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	+0,354
107	Bi, Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , H <sup>+</sup>	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 6H <sup>+</sup> + 6 e <sup>-</sup> → 2Bi + 3H <sub>2</sub> O	+0,371
108	Ag, Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> , CrO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> + 2 e <sup>-</sup> → 2Ag + CrO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	+0,464
109	Hg, Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 2Hg + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+0,615
110	Ag, AgC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	AgC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> + e <sup>-</sup> → Ag + C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	+0,643
111	Ag, Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 2 e <sup>-</sup> → 2Ag + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+0,654
<b><i>Окислительно-восстановительные электроды</i></b>			
112	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , OH <sup>-</sup> (Pt)	2SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 2H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4OH <sup>-</sup>	-1,12
113	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , OH <sup>-</sup> (Pt)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 2OH <sup>-</sup>	-0,93
114	U <sup>4+</sup> , U <sup>3+</sup> (Pt)	U <sup>4+</sup> + e <sup>-</sup> → U <sup>3+</sup>	-0,607
115	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , OH <sup>-</sup> (Pt)	2SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 3H <sub>2</sub> O + 4 e <sup>-</sup> → S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 6OH <sup>-</sup>	-0,58
116	Cr <sup>3+</sup> , Cr <sup>2+</sup> (Pt)	Cr <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup> → Cr <sup>2+</sup>	-0,408
117	H <sup>+</sup> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> (Pt)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	-0,276
118	V <sup>3+</sup> , V <sup>2+</sup> (Pt)	V <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup> → V <sup>2+</sup>	-0,255

## Продолжение таблицы

<i>№ n/n</i>	<i>Электрод</i>	<i>Реакция</i>	<i>φ°, В</i>
119	H <sup>+</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> (Pt)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> + 2H <sub>2</sub> O	-0,22
120	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , OH (Pt)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + 2OH <sup>-</sup>	+0,01
121	UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , UO <sub>2</sub> <sup>+</sup> (Pt)	UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup> → UO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	+0,05
122	H <sup>+</sup> , HCOOH, HCOH (Pt)	HCOOH + 2H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → HCOH + H <sub>2</sub> O	+0,056
123	S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (Pt)	S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> + 2 e <sup>-</sup> → 2S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	+0,08
124	Sn <sup>4+</sup> , Sn <sup>2+</sup> (Pt)	Sn <sup>4+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → Sn <sup>2+</sup>	+0,150
125	Cu <sup>2+</sup> , Cu <sup>+</sup> (Pt)	Cu <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup> → Cu <sup>+</sup>	+0,153
126	H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (Pt)	4H <sup>+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 2 e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	+0,172
127	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> (Pt)	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + 2OH <sup>-</sup>	+0,33
128	H <sup>+</sup> , UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , U <sup>4+</sup> (Pt)	UO <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + 4H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → U <sup>4+</sup> + 2H <sub>2</sub> O	+0,33
129	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> , Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup> (Pt)	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> + e <sup>-</sup> → Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup>	+0,36
130	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> (Pt)	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup> → ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 2OH <sup>-</sup>	+0,36
131	H <sup>+</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (Pt)	2H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + 2H <sup>+</sup> + 4 e <sup>-</sup> → S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 3H <sub>2</sub> O	+0,400
132	H <sup>+</sup> , S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (Pt)	4H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + 4H <sup>+</sup> + 6 e <sup>-</sup> → S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> + 6H <sub>2</sub> O	+0,51
133	I <sub>3</sub> <sup>-</sup> , I <sup>-</sup> (Pt)	I <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 2 e <sup>-</sup> → 3I <sup>-</sup>	+0,536
134	H <sup>+</sup> , H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> , HAsO <sub>2</sub> (Pt)	H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → HAsO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	+0,560
135	H <sup>+</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (Pt)	S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> + 4H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → 2H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	+0,57
136	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> , MnO <sub>2</sub> (Pt)	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 2H <sub>2</sub> O + 3 e <sup>-</sup> → MnO <sub>2</sub> + 4OH <sup>-</sup>	+0,588
137	H <sup>+</sup> , UO <sub>2</sub> <sup>+</sup> , U <sup>4+</sup> (Pt)	UO <sub>2</sub> <sup>+</sup> + 4H <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → U <sup>4+</sup> + 2H <sub>2</sub> O	+0,62

## Продолжение таблицы

<i>№ n/n</i>	<i>Электрод</i>	<i>Реакция</i>	<i>φ°, В</i>
138	$\text{ClO}_2^-$ , $\text{ClO}^-$ , $\text{OH}^-$ (Pt)	$\text{ClO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{ClO}^- + 2\text{OH}^-$	+0,66
139	$\text{PtCl}_6^{2-}$ , $\text{PtCl}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ (Pt)	$\text{PtCl}_6^{2-} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{PtCl}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$	+0,68
140	$\text{H}^+$ , $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ (Pt)	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$	+0,699
141	$\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ (Pt)	$\text{Fe}^{3+} + \bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,771
142	$\text{ClO}^-$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{OH}^-$ (Pt)	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0,89
143	$\text{H}^+$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{HNO}_2$ (Pt)	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,94
144	$\text{Pu}^{4+}$ , $\text{Pu}^{3+}$ (Pt)	$\text{Pu}^{4+} + \bar{e} \rightarrow \text{Pu}^{3+}$	+0,97
145	$\text{H}^+$ , $\text{N}_2\text{O}_4$ , $\text{HNO}_2$ (Pt)	$\text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow 2\text{HNO}_2$	+1,07
146	$\text{H}^+$ , $\text{ClO}_4^-$ , $\text{ClO}_3^-$ (Pt)	$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,19
147	$\text{H}^+$ , $\text{IO}_3^-$ , $\text{I}_2$ (Pt)	$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \frac{1}{2} \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,195
148	$\text{H}^+$ , $\text{ClO}_3^-$ , $\text{HClO}_2$ (Pt)	$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,21
149	$\text{H}^+$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{MnO}_2$ (Pt)	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
150	$\text{Ti}^{3+}$ , $\text{Ti}^+$ (Pt)	$\text{Ti}^{3+} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Ti}^+$	+1,25
151	$\text{H}^+$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , $\text{Cr}^{3+}$ (Pt)	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6 \bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,33
152	$\text{H}^+$ , $\text{PbO}_2$ , $\text{Pb}^{2+}$ (Pt)	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,455
153	$\text{H}^+$ , $\text{MnO}_4^-$ , $\text{Mn}^{2+}$ (Pt)	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5 \bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
154	$\text{Ce}^{4+}$ , $\text{Ce}^{2+}$ (Pt)	$\text{Ce}^{4+} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{Ce}^{2+}$	+1,61
155	$\text{H}^+$ , $\text{HClO}_2$ , $\text{HClO}$ (Pt)	$\text{HClO}_2 + \text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{HClO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,64
156	$\text{PbO}_2$ , $\text{H}^+$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{PbSO}_4$ (Pt)	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2 \bar{e} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,685

<i>Окончание таблицы</i>			
<i>№ n/n</i>	<i>Электрод</i>	<i>Реакция</i>	<i>φ°, В</i>
157	H <sup>+</sup> , MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , MnO <sub>2</sub> (Pt)	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 4H <sup>+</sup> + 3 e <sup>-</sup> → MnO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	+1,695
158	H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Pt)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2 e <sup>-</sup> → 2H <sub>2</sub> O	+1,776
159	Co <sup>3+</sup> , Co <sup>2+</sup> (Pt)	Co <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup> → Co <sup>2+</sup>	+1,81
160	S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (Pt)	S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> + 2 e <sup>-</sup> → 2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+2,010
161	OH, OH <sup>-</sup> (Pt)	OH + e <sup>-</sup> → OH <sup>-</sup>	+2,02

## АДСОРБЦИЯ

### 38. Характеристика адсорбентов

<i>Адсорбенты</i>	<i>Диаметр пор*, нм</i>	<i>Удельная поверхность, м<sup>2</sup>/кг</i>	<i>Примеры адсорбентов</i>
Непористые	-	1-500	Цемент, бетон, сахар (песок и пудра), крупы (рис, пшено, гречка), некоторые сорта растворимого кофе.
Макропористые	>4,0	$(0,5-2,0) \cdot 10^3$	Ткани, асбест, древесина, хлеб, сухари, макароны, пастила, зефир
Мезопористые	1,2-4,0	$<4 \cdot 10^5$	Бентониты- минеральные глинистые адсорбенты, применяемые для осветления полупродуктов фруктово-ягодных соков, растительных масел, воды. Алюмосиликаты
Микропористые	<1,2	$>4 \cdot 10^5$ **	Активированные угли, цеолиты

\*Размер пор приведен по классификации М.М. Дубинина.

\*\*Объем микропор обычно составляет не более  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$ .

39. Константы  $K$  и  $\alpha$  в уравнении Марка-Хаувинка

<i>Полимер</i>	<i>Растворитель</i>	<i>Температура растворения, °С</i>	<i>K</i>	<i>α</i>	<i>Диапазон молекулярных масс, <math>M \cdot 10^{-3}</math></i>
Полиэтилен	декалин	100	10,5	0,63	23-35
Полипропилен	-	135	1,0	0,80	110-1100
Полиизобутилен	толуол	25	8,7	0,56	110-340
Полибутадиен	бензол	32	1,0	0,77	143-1640
Бутилкаучук	бензол	25	69,0	0,50	1,1-500
Полистирол	циклогексан	34	8,2	0,50	4,7-6270
Поливиниловый спирт	вода	25	5,95	0,67	11,6-195
Полиакриламид	вода	25	0,63	0,80	10-5000
Полиметилметакрилат	этилацетат	35	4,79	0,60	38,1-455
Поливинилацетат	ацетон	50	2,80	0,67	77-850
Натуральный каучук	толуол		2,80	0,67	40-1500
Ацетилцеллюлоза	ацетон	25	1,59	0,82	
Метилцеллюлоза	вода	25	2,80	0,62	
Оксиэтилцеллюлоза	вода	25	3,70	0,80	
Полиметилметакрилат	хлороформ	20	0,49	0,82	56-980

**Справочные материалы по физической  
и коллоидной химии**

Справочное пособие  
для студентов всех специальностей  
и всех форм обучения

*Составители:*

**Кирсанова Наталья Васильевна,  
Тарасова Юлия Викторовна**

Зав. редакцией И.Н. Журина  
Редактор Е.В. Макаренко  
Технический редактор Т.В. Васильева  
Художественный редактор Л.П. Токарева

ЛР № 020524 от 02.06.97.  
Подписано в печать 29.04.05. Формат 60×84<sup>1/16</sup>  
Бумага типографская. Гарнитура Times.  
Уч.-изд.л. 5. Тираж 2000 экз.  
Заказ №

Оригинал-макет изготовлен в редакционно-издательском отделе  
Кемеровского технологического института пищевой промышленности  
650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

ПЛД №44-09 от 10.10. 99.  
Отпечатано в лаборатории множительной техники  
Кемеровского технологического института пищевой промышленности  
650010, г. Кемерово, ул. Красноармейская, 52