

I.12. Определить активность хромат-ионов в растворе хромата калия, концентрация которого 0,01 моль/кг, если для хлорида калия в этих условиях  $\gamma_{\pm} = 0,0878$ .

I.20. Определить pH раствора азотной кислоты, если при 27°C осмотическое давление этого раствора 0,492 атм. Считать, что кислота диссоциирована нацело.

I.21. Фенол  $C_6H_5OH$  - слабая кислота,  $K_D = 1,01 \cdot 10^{-10}$ . Определить pH 5%-го раствора фенола в воде, плотность которого 1,02 г/см<sup>3</sup>.

I.22. Определить pH раствора, содержащего 4,0 г/л едкого натра и 5,8 г/л едкого кали, если температура раствора 25°C.

I.23. В 1 л раствора содержится 4,6 г муравьиной кислоты HCOOH,  $K_D = 1,77 \cdot 10^{-4}$ . Определить pH этого раствора.

I.24. В 1 м<sup>3</sup> раствора содержится 49 г серной кислоты. Определить pH раствора.

I.25. Раствор едкого натра в воде при 25°C имеет pH = 9,72. Определить концентрацию этого раствора в граммах на

l, в молях на l и в процентах, если плотность раствора близка к единице.

- I.26. Раствор муравьиной кислоты в воде имеет  $\text{pH} = 2,17$ . Определить концентрацию кислоты в растворе и выразить ее всеми способами, если плотность раствора  $1,005 \text{ г/см}^3$ , а  $K_{\text{д}} = 1,77 \cdot 10^{-4}$ .
- I.27. При  $25^{\circ}\text{C}$  раствор гидроксида аммония имеет  $\text{pH} = 11,73$ . Определить концентрацию раствора и выразить ее всеми способами, если плотность раствора  $0,978 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{д}} = 1,77 \cdot 10^{-5}$ .
- I.28. Раствор соляной кислоты в воде кристаллизуется при  $-0,0372^{\circ}\text{C}$ . Определить  $\text{pH}$  этого раствора, если его плотность близка к единице, а кислота диссоциирована нацело.
- I.29. Бензойная кислота  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  является слабой органической  $K_{\text{д}} = 6,14 \cdot 10^{-5}$ . Определить  $\text{pH}$  раствора этой кислоты.

I.37. Определить константу диссоциации уксусной кислоты в водном растворе,  $\text{pH}$  которого равен  $2,78$ . Известно, что этот раствор при  $25^{\circ}\text{C}$  имеет осмотическое давление  $\pi = 3,84 \text{ атм}$ .

I.47. Метиламин  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  слабое однокилотное основание,  $K_{\text{д}} = 4,17 \cdot 10^{-4}$ . Определить, во сколько раз изменится  $\text{pH}$   $0,01 \text{ M}$  раствора, если этот раствор разбавить водой в 110 раз. Температура раствора  $25^{\circ}\text{C}$ .

I.48-I.65. В следующих задачах необходимо определить  $\text{pH}$  раствора после соответствующего разведения; во всех случаях в раствора создается только сильными кислотами или основаниями ( $\alpha = 1$ ): растворы достаточно разбавленные и средние коэффициенты активности близки 1:

Номер задачи	pH исходного раствора	Разведение в % раз	Номер задачи	pH исходного раствора	Разведение в % раз	Номер задачи	pH исходного раствора	Разведение в % раз
1.48	10,32	50	1.54	11,47	250	1.60	3,45	65
1.49	2,17	120	1.55	1,55	115	1.61	9,22	25
1.50	6,02	50	1.56	6,15	10	1.62	4,17	145
1.51	7,93	85	1.57	7,22	10	1.63	7,95	15
1.52	3,25	300	1.58	13,44	450	1.64	5,85	70
1.53	5,78	150	1.58	12,70	170	1.65	1,83	520

1.66. Определить pH раствора после смешивания 15 л раствора соляной кислоты с  $pH_1 = 2,17$  и 3,0 л раствора азотной кислоты с  $pH_2 = 4,21$ .

1.71. Проверить справедливость уравнения Ленгмюра для адсорбции бензойной кислоты углем из раствора ее в бензоле. Определить постоянные уравнения и минимальное количество угля, необходимое для очистки 1 м<sup>3</sup> бензола от бензойной кислоты, если ее концентрация 20 мг/л.

- 1.72. Определить, сколько литров раствора с  $pH_1 = 10,13$  нужно прибавить к 30 л раствора с  $pH_2 = 9,76$ , чтобы получить раствор с  $pH = 9,92$ .
- 1.73. Определить pH раствора после смешивания 200 мл 0,5 н. раствора серной кислоты и 300 мл раствора едкого натра концентрацией 0,3 г-экв/л.
- 1.74. Определить pH раствора после смешивания 0,5 л раствора сильной кислоты с  $pH_1 = 1,76$  и 2,5 л раствора другой сильной кислоты с  $pH_2 = 2,15$ .
- 1.75. Определить pH раствора после смешивания 0,25 л раствора с  $pH_1 = 6,82$  и 0,75 л раствора с  $pH_2 = 5,47$ .

I.76- I.90. В следующих задачах необходимо определить pH раствора после смешивания двух растворов, для которых известны pH и объем:

Номер задачи	Первый раствор		Второй раствор		Номер задачи	Первый раствор		Второй раствор	
	$V_1, л$	$pH_1$	$V_2, л$	$pH_2$		$V_1, л$	$pH_1$	$V_2, л$	$pH_2$
1.76	0,3	7,54	0,2	6,23	1.83	3,0	1,25	2,0	12,32
1.77	0,75	4,07	0,55	5,16	1.84	1,5	12,78	1,5	13,05
1.78	1,5	2,48	1,0	11,31	1.85	0,5	8,76	1,0	6,15
1.79	2,5	3,16	1,5	10,05	1.86	0,2	4,11	0,3	5,09
1.80	0,25	9,58	0,25	10,11	1.87	2,2	3,35	0,3	8,65
1.81	1,0	2,56	1,5	11,03	1.88	1,25	5,25	2,25	6,08
1.82	1,2	4,73	1,3	5,12	1.89	0,35	10,17	0,65	4,47
					1.90	0,63	2,78	0,65	9,13

I.103. Считая, что в водном растворе хлорид аммония диссоциирован полностью, определить pH этого раствора, если известно, что при  $25^{\circ}C$  его осмотическое давление 4,89 атм, а для гидроксида аммония  $K_D = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

I.111. Уксуснокислый аммоний в растворе при  $25^{\circ}C$  гидролизован на 0,563%, pH раствора равно 7. Определить константы диссоциации уксусной кислоты и гидроксида аммония.

I.112. Считая, что гидролиз хлорида хрома (III) протекает лишь по первой стадии, определить третью константу диссоциации гидроксида хрома (III), если известно, что концентрация раствора 2%, плотность  $1,01 \text{ г/см}^3$ , температура  $25^{\circ}C$ ,  $pH = 2,452$ .

I.113. Сульфат меди (II) при концентрации 0,5 моль/л гидролизован на  $2,43 \cdot 10^{-2}$ . Считая, что гидролиз протекает лишь по первой стадии, определить вторую константу диссоциации гидроксида меди (II) и pH раствора при  $25^{\circ}C$ .

I.114. Считая, что в растворе хлорида кобальта гидролиз протекает лишь по первой ступени, определить вторую константу

диссоциации  $\text{Co}(\text{OH})_2$ , если известно, что концентрация раствора 2,6%, плотность  $1,005 \text{ г/см}^3$ , температура  $25^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 4,45$ .

I.II5. Определить константы диссоциации муравьиной кислоты и гидроксида аммония, если известно, что  $\text{pH}$  раствора составляет 6,5, а степень гидролиза 0,176%.

I.II6. Концентрация карбоната натрия 1 моль/л,  $\text{pH}$  раствора 8,72. Определить ионный состав системы, выразив его в процентах. Известно, что для угольной кислоты при  $25^\circ\text{C}$   $K_{\text{дI}} = 4,45 \cdot 10^{-7}$ , а  $K_{\text{дII}} = 4,69 \cdot 10^{-11}$ .

I.II7. Каким станет ионный состав, если в условиях предыдущей задачи будет  $\text{pH} = 9,56$ .

I.II8. Определить ионный состав среды, выразив его в процентах, получающийся при гидролизе сульфида натрия, если концентрация соли 1 моль/л,  $\text{pH}$  раствора 2,75, а для сероводородной кислоты при  $25^\circ\text{C}$   $K_{\text{дI}} = 6 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{\text{дII}} = 1 \cdot 10^{-14}$ .

I.I26. Определить концентрации  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{HSiO}_3^-$  и  $\text{SiO}_3^{2-}$  в водном растворе силиката натрия, концентрация которого 1 г/л, а  $\text{pH} = 7,6$ , если для кремниевой кислоты  $K_{\text{дI}} = 4,54 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_{\text{дII}} = 1 \cdot 10^{-13}$ .

I.I29. Определить, чему будут равны концентрации силикато содержащих компонентов, если в условии задачи I.I26 будет  $\text{pH} = 10,32$ .

I.I30. Ортофосфористая кислота  $\text{H}_3\text{PO}_3$  диссоциирует лишь как двухосновная. Для нее при  $25^\circ\text{C}$   $K_{\text{дI}} = 1,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{\text{дII}} = 6,3 \cdot 10^{-7}$ . Определить ионный состав водного раствора ортофосфита натрия концентрацией 1 моль/л, если  $\text{pH}$  раствора 5,37.

натрия

- I.БI. Определить концентрации  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_3^{2-}$ , если в условиях предыдущей задачи будет  $\text{pH} = 4,18$ .
- I.132. Определить концентрации фосфорсодержащих компонентов, если в условии задачи I.130 будет  $\text{pH} = 6,12$ .
- I.133. Концентрация раствора метабората натрия  $\text{NaBO}_2$  I моль/л. Определить ионный состав среды при  $\text{pH} = 1,56$  и выразить его в процентах, если для этой кислоты  $K_a = 7,5 \cdot 10^{-10}$ .
- I.134. Каким станет ионный состав среды, если в условиях предыдущей задачи будет  $\text{pH} = 5,54$ ?

ра соляной кислоты, чтобы получить буферный раствор с  $\text{pH} = 8,24$ , если температура  $25^\circ\text{C}$ , а для гидроксида аммония  $K_D = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ?

- I.144. Сколько миллилитров 6%-ного раствора уксусной кислоты плотностью  $1,007 \text{ г/см}^3$  нужно прилить к 100мл 0,6%-ного раствора едкого натра плотностью  $1,005 \text{ г/см}^3$ , чтобы получить раствор с  $\text{pH} = 4,18$ , если для уксусной кислоты  $K_D = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ?
- I.145. На сколько единиц изменится  $\text{pH}$  раствора, полученного смешиванием 100мл 5%-ного раствора муравьиной кислоты плотностью  $1,008 \text{ г/см}^3$  и 100мл 7%-ного раствора формиата калия плотностью  $1,01 \text{ г/см}^3$ , если к нему прилить 5мл 0,2н. раствора едкого калия? Температура системы  $25^\circ\text{C}$ , для  $\text{HCOOH}$   $K_D = 1,17 \cdot 10^{-4}$ .

- I.151. На сколько единиц изменится  $\text{pH}$  аммиачно-хлоридного буфера, если к 200 мл его раствора, содержащего 2,14 г хлорида аммония и 2,1 г аммиака, добавить 10 мл 2н. раствора соляной кислоты? Для аммиака при  $25^\circ\text{C}$   $K_D = 1,79 \cdot 10^{-5}$ .

I.156. Чему равна константа диссоциации бромоводородной кислоты  $\text{HBrO}$ , если буферный раствор, в литре которого содержится 120 г кислоты и 80 г гипобромита натрия  $\text{NaBrO}$ , имеет  $\text{pH} = 8,44$ ?

I.157. Чему равна константа диссоциации гидроксида аммония, если аммиачно-хлоридный буфер, в 0,5 л которого содержится 75 г гидроксида натрия и 125 г хлорида аммония, при 25° имеет  $\text{pH} = 9,29$ ?

I.158. Концентрация метиламина (органическое основание  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ) в буферном растворе составляет 0,5 моль/л, а его натриевой соли — 0,35 моль/л. Чему равно ионное произведение воды, если в этом растворе  $\text{pH} = 9,73$ , а для метиламина  $K_{\text{д}} = 4,2 \cdot 10^{-4}$ .

I.178. Во сколько раз изменится степень диссоциации гидразина ( $K_{\text{д}} = 1,7 \cdot 10^{-6}$ ), если к 1 л 0,5% его раствора добавить 6,3 г этиламмония ( $K_{\text{д}} = 4,3 \cdot 10^{-4}$ )?

I.179. Рассчитать  $\text{pH}$  раствора, содержащего в 1 л по 1 моль гидразина ( $K_{\text{д}} = 1,7 \cdot 10^{-6}$ ) и гидроксида аммония ( $K_{\text{д}} = 1,77 \cdot 10^{-5}$ ).

#### Насыщенные растворы

I.180-I.205. По заданному произведению растворимости  $L'_{\text{р}}$  (или растворимости  $S'$ ) определить растворимость  $S'$  соединения в воде (или  $L'_{\text{р}}$ ), а также его растворимости  $S''$  и  $S'''$  в растворах электролитов известной концентрации  $C$  (все электролиты — сильные)

Номер образца	Труднорастворимый электролит			Посторонние электролиты			
	соединение	$S^1$	$L_p$	без одновалентного иона		с одновалентным ионом	
				соединение	концентрация	соединение	концентрация
1.180	AgBr		$8 \cdot 10^{-13}$	KNO <sub>3</sub>	0,1н.	AgNO <sub>3</sub>	0,02н.
1.181	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,285 %	-	NaNO <sub>3</sub>	0,15M	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1н.
1.182	PbI <sub>2</sub>	-	$8 \cdot 10^{-8}$	KNO <sub>3</sub>	10,1 г/л	NaI	0,15н.
1.183	CaCO <sub>3</sub>	$4,15 \cdot 10^{-8}$ м/л	-	NaCl	0,01н.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,001н.
1.184	BaCrO <sub>4</sub>	$3,54 \cdot 10^{-4}$ %	-	KCl	0,1н.	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	0,002н.
1.185	BaSO <sub>4</sub>	$3,88 \cdot 10^{-5}$ м/л	-	KNO <sub>3</sub>	0,01M	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,01н.
1.186	Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$10^{-4}$ м/л	-	NaNO <sub>3</sub>	0,01н.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,01н.
1.187	CaSO <sub>4</sub>	$8,28 \cdot 10^{-2}$ %	-	HCl	3,65 г/л	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,2н.
1.188	PbBr <sub>2</sub>	-	$4,9 \cdot 10^{-6}$	CH <sub>3</sub> COONa	0,1н.	KBr	0,2н.
1.189	PbSO <sub>4</sub>	-	$1,6 \cdot 10^{-8}$	NaNO <sub>3</sub>	0,05M	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,01н.
1.190	ZnS	-	$1,3 \cdot 10^{-23}$	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1н.	Na <sub>2</sub> S	0,05н.
1.191	Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	$6,2 \cdot 10^{-7}$	KNO <sub>3</sub>	0,01н.	Hg <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,1н.
1.192	PbCO <sub>3</sub>	$4,15 \cdot 10^{-6}$ м/л	-	NaNO <sub>3</sub>	0,1н.	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,05н.
1.193	BaSO <sub>3</sub>	-	$9,9 \cdot 10^{-10}$	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,2M	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	0,1н.
1.194	Ag <sub>2</sub> IO <sub>3</sub>	-	$2,9 \cdot 10^{-8}$	KNO <sub>3</sub>	8,5 г/л	NaIO <sub>3</sub>	0,05н.
1.195	CaHPO <sub>4</sub>	-	$2 \cdot 10^{-6}$	NaCl	5,65 г/л	CaCl <sub>2</sub>	0,01н.
1.196	CuI	$2,05 \cdot 10^{-5}$ %	-	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,01н.	KI	0,005н.
1.197	Ni(OH) <sub>2</sub>	$3,19 \cdot 10^{-6}$ м/л	-	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1н.	KOH	0,001н.
1.198	TlI	-	$5,9 \cdot 10^{-8}$	CH <sub>3</sub> COONa	0,82 %	HCl	0,2н.
1.199	Hg <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	-	$4 \cdot 10^{-20}$	KNO <sub>3</sub>	0,06M	NaI	0,001н.
1.200	Fe(OH) <sub>2</sub>	-	$1,4 \cdot 10^{-15}$	NaCl	0,177 %	FeSO <sub>4</sub>	0,05н.
1.201	Ag <sub>2</sub> S	-	$2,5 \cdot 10^{-25}$	HNO <sub>3</sub>	0,01н.	CH <sub>3</sub> COOAg	0,001н.
1.202	TlBr	$1,00 \cdot 10^{-3}$ м/л	-	CH <sub>3</sub> COOK	0,1M	TlNO <sub>3</sub>	0,1н.
1.203	Co(OH) <sub>2</sub>	-	$2,5 \cdot 10^{-16}$	KClO <sub>4</sub>	13,8 г/л	CoSO <sub>4</sub>	0,1н.
1.204	AgCl	-	$1,73 \cdot 10^{-10}$	NaNO <sub>3</sub>	0,02M	CuCl <sub>2</sub>	5,7 г/л
1.205	Cd(OH) <sub>2</sub>	-	$1,66 \cdot 10^{-14}$	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,02н.	CdSO <sub>4</sub>	2,88 %