ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Номер варианта – две последние цифры номера зачетной книжки.
Например номер зачетной книжки 2012062501, следовательно номер варианта 01

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Определите состав реакционной смеси до и после реакции. Составьте таблицу материального баланса.
2. Рассчитайте ΔH^0_{298}, ΔS^0_{298}, ΔG^0_{298} химической реакции. Возможно ли осуществить реакцию при 473 К?
3. Определите скорость и время реакции с учетом степени превращения и выхода продукта.
4. Определите pH среды после реакции.

Пример решения задания

Вариант	Реакция	Содержание растворенного компонента в растворе		Объем раствора компонента V, л		Масса раствора компонента m, кг		Плотность раствора компонента ρ, г/ мл		Степень конверсии, α		Выход продукта реакции, η, %	γ	Константа скорости реакции К, л/(моль·мин) при	
		А	В	А	В	А	В	А	В	А	В			T_2	T_1
1.	$NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$	4М	2М	-	-	2,3	2,5	1,065	1,250	-	-	80	2,5	25 °С k=0,05	-

Задание 1

Определите состав реакционной смеси до и после реакции с учетом выхода продуктов реакции.

Составьте таблицу материального баланса.

Дано:

1 Химическая реакция для расчета материального баланса

$$\mathbf{NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3\uparrow + H_2O}$$

2. Характеристики исходных растворов

C_M (NH_4Cl) = 4 моль/л; $m_{р\text{-}ра}$ (NH_4Cl) = 2,3 кг; ρ (NH_4Cl) = 1,065 г/мл;

$C_н$ (NaOH) = 2 моль/л; $m_{р\text{-}ра}$ (NaOH) = 2,5 кг; ρ (NaOH) = 1,250 г/мл; η = 80%.

Проведем расчет веществ приходящих в реакцию (Исходные вещества) ***Приход:***	**Проведем расчет веществ образовавшихся в реакции (Продукты реакции)** ***Расход:***
1) Объем приходящего раствора NH_4Cl: $V = \frac{m_{р-ра}}{\rho} = \frac{2300}{1{,}065} = 2159{,}6$ мл. 2) Количество NH_4Cl в приходящем растворе: $\nu = C_M \cdot V = 4 \cdot 2{,}1596 = 8{,}64$ моль. 3) Масса NH_4Cl в приходящем растворе: $m(NH_4Cl) = \nu \cdot M = 8{,}64 \cdot 53{,}5 = 462{,}24$ г. 4) Масса воды в приходящем растворе хлорида аммония NH_4Cl: $m(H_2O) = 2300 - 462{,}24 = 1837{,}76$ г. 5) Объем приходящего раствора щелочи (NaOH): $V = \frac{m_{р-ра}}{\rho} = \frac{2500}{1{,}25} = 2000$ мл. 6) Масса вещества NaOH в приходящем растворе: $m(NaOH) = C_н \cdot M_Э \cdot V = 2 \cdot 40 \cdot 2 = 160$ г. 7) Количество NaOH в приходящем растворе: $V = \frac{m}{M} = \frac{160}{40} = 4$ моль. 8) Масса воды в растворе щелочи: $m(H_2O) = 2500 - 160 = 2340$ г. 9) Количество прореагировавшего NaOH с учетом выхода продуктов реакции: $\nu(NaOH)_{прор} = \nu_{исх} \cdot \eta = 4 \cdot 0{,}8 = 3{,}2$ моль. 10) Количество непрореагировавшего NaOH: $\nu(NaOH)_{непр} = 4 - 3{,}2 = 0{,}8$ моль. 11) Масса непрореагировавшего NaOH: $m(NaOH) = 0{,}8 \cdot 40 = 32$ г. 12) Количество непрореагировавшего NH_4Cl: $\nu(NH_4Cl)_{непр} = 8{,}64 - 3{,}2 = 5{,}44$ моль. 13) Масса непрореагировавшего NH_4Cl: $m(NH_4Cl) = 5{,}44 \cdot 53{,}5 = 291{,}04$ г.	1) Масса образовавшегося NaCl: $m(NaCl) = 3{,}2 \cdot 58{,}5 = 187{,}3$ г. 2) Масса образовавшейся воды: $m(H_2O) = 3{,}2 \cdot 18 = 57{,}6$ г. 3) Масса образовавшегося аммиака: $m(NH_3) = 3{,}2 \cdot 17 = 54{,}4$ г.

Материальные баланс

Состав реакционной смеси		Приход			Состав реакционной смеси		Расход		
		m, г	моль	ω, %			m, г	моль	ω, %
1.	NH_4Cl	462,24	8,64	9,63	1.	NH_4Cl	291,04	5,44	6,06
2.	NaOH	160	4	3,33	2.	NaOH	32	0,8	0,67
3.	H_2O, в том числе:	4177,76	229,85	87,04	3.	NH_3	54,4	3,2	1,13
	с раствором NH_4Cl	1837,34			4.	NaCl	187,2	3,2	3,9
	с раствором NaOH	2340,0			5.	H_2O, в том числе:	4235,36	233,05	88,24
						реакционной	57,6	3,2	
						из исходных раств.	4177,76	229,85	
	Итого (сумма п.п. 1+2+3):	4800	242,49*	100		Итого:	4800	245,69*	100

* - ***количество молей приходной и расходной частей могут быть неравными.***

Задание 2.

Рассчитайте энергию Гиббса, энтальпию, энтропию данного процесса при температуре 298 К.
Возможна ли данная реакция при температуре 473 К?

1) Определяем энтальпию данной реакции при Т=298 К:

$$\Delta H_{\text{реакции}} = \sum \nu_j \Delta fH_{j\,\text{прод. реакцтт}} - \sum \nu_i \Delta fH_{j\,\text{исх. веществ}}$$

$$\Delta H_{\text{реакции}} = -411{,}12 - 45{,}94 - 285{,}3 + 314{,}22 + 426{,}35 = -1{,}79 \text{ кДж/моль.}$$

2) Определяем энтропию данной реакции при Т=298 К:

$$\Delta S_{\text{реакции}} = \sum \nu_j S_{j\,\text{прод. реакции}} - \sum \nu_j S_{j\,\text{исх. веществ}}$$

$$\Delta S_{\text{реакции}} = 72{,}13 + 192{,}66 + 69{,}95 - 95{,}81 - 64{,}43 = 174{,}5 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К).}$$

Стандартные значения энтальпии и энтропии соответствующих веществ определяют по таблице термодинамических характеристик веществ.

3) Определяем энергию Гиббса при Т = 298 К:

$$\Delta G^0_{298} = \Delta H^0_{298} - T\Delta S^0_{298}$$

$$\Delta G^0_{298} = -1{,}79 - (298 \cdot 0{,}1745) = -53{,}791 \text{ кДж/ моль.}$$

Так как $\Delta G^0 < 0$, то данная реакция возможна при температуре Т=298 К.

$$\Delta G_{473} = -1{,}79 - (473 \cdot 0{,}1745) = -84{,}328 \text{ кДж/моль.}$$

При Т=473 К данная реакция также возможна.

Задание 3. Определите скорость и время реакции с учетом выхода продукта. Константа скорости реакции К=0,2 л/(моль · с).

1) Масса раствора после реакции:

$$m_{р-ра} = m_{р-ра}(NH_4Cl) + m_{р-ра}(NaOH) - m(NH_3) = 2300 + 2500 - 54{,}4 = 4745{,}6 \text{ г.}$$

Так как концентрации веществ в растворе незначительны, то плотность раствора принимаем за 1 г/мл, отсюда:

$V_{р-ра} = 4745{,}6$ мл $= 4{,}7456$ л.

Время реакции:

$$\tau = \frac{2{,}303}{К} \cdot \frac{1}{C_A - C_B} \cdot \lg \frac{C_B(C_A - X_A)}{C_A(C_B - X_B)},$$

где К – константа скорости реакции; C_A, C_B – начальные концентрации реагирующих веществ, моль/л; X_A, X_B – количество молей реагирующих веществ, вступивших в реакцию к моменту времени τ.

2) Концентрация веществ до реакции:

$$C(NH_4Cl) = \frac{\nu}{V} = \frac{8{,}64}{4{,}7456} = 1{,}82 \text{ моль/л},$$

$$C(NaOH) = \frac{\nu}{V} = \frac{4}{4{,}7456} = 0{,}84 \text{ моль/л}.$$

3) Концентрация веществ после реакции:

$$C(NH_4Cl) = \frac{\nu}{V} = \frac{5{,}44}{4{,}7456} = 1{,}15 \text{ моль/л},$$

$$C(NaOH) = \frac{\nu}{V} = \frac{0{,}8}{4{,}7456} = 0{,}168 \text{ моль/л}.$$

Время реакции:

$$\tau = \frac{2{,}303}{0{,}2} \cdot \frac{1}{1{,}82 - 0{,}84} \cdot \lg \frac{0{,}84 \cdot 1{,}15}{1{,}82 \cdot 0{,}168} = 5{,}9 \text{ с}.$$

4) Скорость реакции по NH_4Cl:

$$\upsilon = \frac{\Delta C}{\Delta \tau} = \frac{1{,}82 - 1{,}15}{5{,}9} = 0{,}114 \text{ моль/(л} \cdot \text{с)}$$

Задание 4. Определите pH среды после реакции.

После завершения реакции в растворе присутствуют вещества: NH_4Cl, NaOH, NaCl, частично растворенный аммиак. На реакцию среды могут влиять NaOH и гидролизируемый NH_4Cl.

$$NH_4Cl + H_2O \rightarrow NH_3 \uparrow + H_2O + HCl /$$

$C_M(HCl) = C_M(NH_4Cl) = 1{,}15$ моль/л.

$C_M(NaOH) = 0{,}168$ моль/л, так как $\alpha(NaOH) = 100\%$, то

$C(OH^-) = C_M \cdot \alpha \cdot n = 0{,}168 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}168$ моль/л.

Концентрацию ионов водорода, образующихся при гидролизе NH_4Cl, вычислим через константу и степень гидролиза:

$$К_г = \frac{C \cdot \beta^2}{1-\beta}$$

где С – концентрация соли, моль/л; β - степень гидролиза соли.

Так как степень гидролиза значительно меньше единицы, то выражение принимает вид: $К_г = C \cdot \beta^2$.

Константа гидролиза соли слабого основания и сильной кислоты рассчитываются по формуле:

$$К_г = \frac{К_{H_2O}}{К_{осн}} = \frac{10^{-14}}{1{,}77 \cdot 10^{-5}} = 5{,}65 \cdot 10^{-10},$$

$$\beta = \sqrt{\frac{К_г}{C}} = \sqrt{\frac{5{,}65 \cdot 10^{-10}}{1{,}15}} = 2{,}2 \cdot 10^{-5}.$$

Так как C(HCl)=C(NH_4Cl), то

$$C(H^+) = \frac{К_г}{C_{соли}} = 2{,}2 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

$C(OH^-)$ значительно больше $C(H^+)$; $C(OH^-)$=0,186 моль/л.

Следовательно, pH раствора считаем по концентрации щелочи:

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{0{,}168} = 5{,}376 \cdot 10^{-14} \text{ моль/л.}$$

$$pH = -\lg [H^+]$$

$$pH = -\lg(5.376 \cdot 10^{-14}) = 13{,}23.$$

ВАРИАНТЫ СЕМЕСТРОВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ II СЕМЕСТРА

Вариант	Реакция	Содержание растворенного компонента в растворе		Объем раствора компонента V, л		Масса раствора компонента m, кг		Плотность раствора компонента ρ, г/ мл		Степень конверсии, α		Выход продукта реакции η, %	γ	Константа скорости реакции К, л/(моль·мин) при	
		А	В	А	В	А	В	А	В	А	В			T_2	T_1
00	$FeCl_3+NaOH \rightarrow Fe(OH)_3+NaCl$	1н	3М	2,0	3,0	-	-	1,08	1,11	-	0,6	-	2,5	25 °С k=0,05	-
01	$H_2SO_4+NaOH \rightarrow Na_2SO_4+H_2O$	4н	5М	2,0	3,0	-	-	1,115	1,12	1,0	-	-	3,2	25 °С k =1,5	-
02	$FeI_2+NaF \rightarrow NaI+FeF_2$	30%	2н	0,8	1,5	-	-	1,32	1,03	-	0,9	-	3,5	25 °С k =0,008	-
03	$NH_4Cl+NaOH \rightarrow NaCl+H_2O+H_3$	4М	2н	-	-	2,0	2,2	1,08	1,13	-	-	NaCl 0,8	3,0	25 °С k =0,2	-
04	$AgNO_3+Na_2S \rightarrow Ag_2S+Na_2NO_3$	25%	2М	1,5	2	-	-	1,23	1,15	0,85	-	-	2,5	25 °С k =0,8	-
05	$BaCl_2+Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3+NaCl$	4н	3М	0,8	1,2	-	-	1,28	1,19	-	-	NaCl 0,9	-	25 °С k =1,1	45 °С k =5,9
06	$KOH+HCl \rightarrow KCl+H_2O$	5н	25%	-	-	1,5	1,5	1,26	1,125	1,0	-	-	3,6	25 °С k =2,0	-
07	$NaOH+HNO_3 \rightarrow NaNO_3+H_2O$	4М	3н	-	2,0	2,0	-	1,18	1,11	-	1,0	-	3,0	35 °С k =1,8	-
08	$KOH+HI \rightarrow KI+H_2O$	7н	40%	3,0	5,0	-	-	1,42	1,18	-	1,0	-	3,5	45 °С k =2,3	-
09	$KOH+H_2SO_3 \rightarrow KHSO_3+H_2O$	2М	3М	1,0	1,5	-	-	1,15	1,22	-	0,8	-	2,5	25 °С k =0,5	-
10	$Pb(NO_3)_2+(NH_4)_2S \rightarrow NH_4NO_3+PbS$	2М	3н	-	1,0	0,8	-	1,33	1,15	-	-	$(NH_4)_2SO_4$ 0,8	2,8	25 °С k =0,01	-
11	$Na_2SO_3+H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4+SO_2+H_2O$	20%	2,5М	1,0	1,5	-	-	1,23	1,21	0,75	-	-	2,0	35 °С k =1,5	-
12	$KOH+Cl_2 \rightarrow KClO+KCl+H_2O$	3н	-	1,2	25	-	-	1,35	-	-	0,8	-	2,5	-	45 °С k =5,0
13	$KI+H_3PO_4 \rightarrow KH_2PO_4+HI$	1,5М	20%	1,5	2,0	-	-	1,23	1,18	0,85	-	-	3,8	25 °С к=0,02	-
14	$HCl+AgNO_3 \rightarrow HNO_3+AgCl$	3М	2М	2,0	1,6	-	-	1,06	1,12	-	0,9	-	2,3	-	45 °С k=2,0

15	$CuSO_4+NaOH \rightarrow Cu(OH)_2+Na_2SO_4$	2н	2,5М	-	-	1,2	1,2	1,31	1,11	-	0,85	-	2,5	25 °С k =0,8	-
16	$NH_4S+H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2So_4+H_2S$	10%	10%	1,3	1,5	-	-	1,016	1,07	0,75	-	-	3,6	55 °С k =7,5	-
17	$NaOH+H_2S \rightarrow Na_2S+H_2O$	4н	1,5М	-	-	3,0	2,2	1,12	1,115	-	0,7	-	-	25 °С k =1,2	45 °С k=6,2
18	$H_3PO_4+NaOH \rightarrow H_2NaPO_4+H_2O$	4н	4М	1,5	-	-	1,6	1,23	1,21	0,80	-	-	3,0	25 °С k =0,7	-
19	$KOH+CO_2 \rightarrow K_2CO_3+H_2O$	1М	-	1,2	25	-	-	1,05	-	-	-	K_2CO_3 0,9	2,2	35 °С k =0,03	-
20	$H_3BO_3+NaOH \rightarrow Na_2B_4O_7+H_2O$	25%	2н	2,0	-	-	2,0	1,16	1,09	-	0,8	-	2,3	-	45 °С k =2,0
21	$Al_2(SO_4)_3+NaOH \rightarrow Na_2SO_4+Al(OH)_3$	6н	25%	-	1,2	1,2	-	1,10	1,28	0,83	-	-	2,5	25 °С k =0,8	-
22	$NH_3+HCl \rightarrow NH_4Cl$	3М	2н	1,2	-	1,0	-	0,81	1,04	-	0,65	-	2,0	25 °С k =0,03	-
23	$(NH_4)_2SO_4+BaCl_2 \rightarrow BaSO_4+NH_4Cl$	3н	2М	1,5	1,5	-	-	1,12	1,16	-	0,75	-	2,5	-	45 °С k =2,0
24	$Na_2GrO_4+AgNO_3 \rightarrow Ag_2GrO_4+NaNO_3$	20%	2М	2,0	2,2	-	-	1,31	1,35	0,70	-	-	3,1	25 °С k =0,003	-
25	$NH_4Cl+Ca(OH)_2 \rightarrow NH_3+CaCl_2+H_2O$	2н	0,3М	1,6	5,0	-	-	1,21	1,17	0,85	-	-	2,8	35 °С k =0,1	-
26	$Na_2S+HCl \rightarrow H_2S+NaCl$	15%	15%	2,5	3,0	-	-	1,14	1,08	-	-	NaCl 0,88	3,3	-	45 °С k =2,05
27	$CuSO_4+Na_2S \rightarrow CuS+Na_2SO_4$	2М	3н	-	-	1,4	1,5	1,107	1,20	0,80	-	-	3,8	25 °С k=0,0005	-
28	$FeCl_3+NaOH \rightarrow Fe(OH)_3+NaCl$	1н	3М	2,0	3,0	-	-	1,08	1,11	-	0,6	-	2,5	25 °С k=0,05	-
29	$H_2SO_4+NaOH \rightarrow Na_2SO_4+H_2O$	4н	5М	2,0	3,0	-	-	1,115	1,12	1,0	-	-	3,2	25 °С k =1,5	-
30	$FeI_2+NaF \rightarrow NaI+FeF_2$	30%	2н	0,8	1,5	-	-	1,32	1,03	-	0,9	-	3,5	25 °С k =0,008	-
31	$NH_4Cl+NaOH \rightarrow NaCl+H_2O+H_3$	4М	2н	-	-	2,0	2,2	1,08	1,13	-	-	NaCl 0,8	3,0	25 °С k =0,2	-
32	$AgNO_3+Na_2S \rightarrow Ag_2S+Na_2NO_3$	25%	2М	1,5	2	-	-	1,23	1,15	0,85	-	-	2,5	25 °С k =0,8	-

33	$BaCl_2+Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3+NaCl$	4н	3М	0,8	1,2	-	-	1,28	1,19	-	-	NaCl 0,9	-	25 °С k =1,1	45 °С k =5,9
34	$KOH+HCl \rightarrow KCl+H_2O$	5н	25%	-	-	1,5	1,5	1,26	1,125	1,0	-	-	3,6	25 °С k =2,0	-
35	$NaOH+HNO_3 \rightarrow NaNO_3+H_2O$	4М	3н	-	2,0	2,0	-	1,18	1,11	-	1,0	-	3,0	35 °С k =1,8	-
36	$KOH+HI \rightarrow KI+H_2O$	7н	40%	3,0	5,0	-	-	1,42	1,18	-	1,0	-	3,5	45 °С k =2,3	-
37	$KOH+H_2SO_3 \rightarrow KHSO_3+H_2O$	2М	3М	1,0	1,5	-	-	1,15	1,22	-	0,8	-	2,5	25 °С k =0,5	-
38	$Pb(NO_3)_2+(NH_4)_2S \rightarrow NH_4NO_3+PbS$	2М	3н	-	1,0	0,8	-	1,33	1,15	-	-	$(NH_4)_2SO_4$ 0,8	2,8	25 °С k =0,01	-
39	$Na_2SO_3+H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4+SO_2+H_2O$	20%	2,5М	1,0	1,5	-	-	1,23	1,21	0,75	-	-	2,0	35 °С k =1,5	-
40	$KOH+Cl_2 \rightarrow KClO+KCl+H_2O$	3н	-	1,2	25	-	-	1,35	-	-	0,8	-	2,5	-	45 °С k =5,0
41	$KI+H_3PO_4 \rightarrow KH_2PO_4+HI$	1,5М	20%	1,5	2,0	-	-	1,23	1,18	0,85	-	-	3,8	25 °С K=0,02	-
42	$HCl+AgNO_3 \rightarrow HNO_3+AgCl$	3М	2М	2,0	1,6	-	-	1,06	1,12	-	0,9	-	2,3	-	45 °С k=2,0
43	$CuSO_4+NaOH \rightarrow Cu(OH)_2+Na_2SO_4$	2н	2,5М	-	-	1,2	1,2	1,31	1,11	-	0,85	-	2,5	25 °С k =0,8	-
44	$NH_4S+H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2So_4+H_2S$	10%	10%	1,3	1,5	-	-	1,016	1,07	0,75	-	-	3,6	55 °С k =7,5	-
45	$NaOH+H_2S \rightarrow Na_2S+H_2O$	4н	1,5М	-	-	3,0	2,2	1,12	1,115	-	0,7	-	-	25 °С k =1,2	45 °С k=6,2
46	$H_3PO_4+NaOH \rightarrow H_2NaPO_4+H_2O$	4н	4М	1,5	-	-	1,6	1,23	1,21	0,80	-	-	3,0	25 °С k =0,7	-
47	$KOH+CO_2 \rightarrow K_2CO_3+H_2O$	1М	-	1,2	25	-	-	1,05	-	-	-	K_2CO_3 0,9	2,2	35 °С k =0,03	-
48	$H_3BO_3+NaOH \rightarrow Na_2B_4O_7+H_2O$	25%	2н	2,0	-	-	2,0	1,16	1,09	-	0,8	-	2,3	-	45 °С k =2,0
49	$Al_2(SO_4)_3+NaOH \rightarrow Na_2SO_4+Al(OH)_3$	6н	25%	-	1,2	1,2	-	1,10	1,28	0,83	-	-	2,5	25 °С k =0,8	-
50	$NH_3+HCl \rightarrow NH_4Cl$	3М	2н	1,2	-	1,0	-	0,81	1,04	-	0,65	-	2,0	25 °С k =0,03	-

51	$(NH_4)_2SO_4+BaCl_2 \rightarrow BaSO_4+NH_4Cl$	3н	2М	1,5	1,5	-	-	1,12	1,16	-	0,75	-	2,5	-	45 °С k =2,0
52	$Na_2GrO_4+AgNO_3 \rightarrow Ag_2GrO_4+NaNO_3$	20%	2М	2,0	2,2	-	-	1,31	1,35	0,70	-	-	3,1	25 °С k =0,003	-
53	$NH_4Cl+Ca(OH)_2 \rightarrow NH_3+CaCl_2+H_2O$	2н	0,3М	1,6	5,0	-	-	1,21	1,17	0,85	-	-	2,8	35 °С k =0,1	-
54	$Na_2S+HCl \rightarrow H_2S+NaCl$	15%	15%	2,5	3,0	-	-	1,14	1,08	-	-	NaCl 0,88	3,3	-	45 °С k =2,05
55	$CuSO_4+Na_2S \rightarrow CuS+Na_2SO_4$	2М	3н	-	-	1,4	1,5	1,107	1,20	0,80	-	-	3,8	25 °С k=0,0005	-
56	$FeCl_3+NaOH \rightarrow Fe(OH)_3+NaCl$	1н	3М	2,0	3,0	-	-	1,08	1,11	-	0,6	-	2,5	25 °С k=0,05	-
57	$H_2SO_4+NaOH \rightarrow Na_2SO_4+H_2O$	4н	5М	2,0	3,0	-	-	1,115	1,12	1,0	-	-	3,2	25 °С k =1,5	-
58	$FeI_2+NaF \rightarrow NaI+FeF_2$	30%	2н	0,8	1,5	-	-	1,32	1,03	-	0,9	-	3,5	25 °С k =0,008	-
59	$NH_4Cl+NaOH \rightarrow NaCl+H_2O+H_3$	4М	2н	-	-	2,0	2,2	1,08	1,13	-	-	NaCl 0,8	3,0	25 °С k =0,2	-
60	$AgNO_3+Na_2S \rightarrow Ag_2S+Na_2NO_3$	25%	2М	1,5	2	-	-	1,23	1,15	0,85	-	-	2,5	25 °С k =0,8	-
61	$BaCl_2+Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3+NaCl$	4н	3М	0,8	1,2	-	-	1,28	1,19	-	-	NaCl 0,9	-	25 °С k =1,1	45 °С k =5,9
62	$KOH+HCl \rightarrow KCl+H_2O$	5н	25%	-	-	1,5	1,5	1,26	1,125	1,0	-	-	3,6	25 °С k =2,0	-
63	$NaOH+HNO_3 \rightarrow NaNO_3+H_2O$	4М	3н	-	2,0	2,0	-	1,18	1,11	-	1,0	-	3,0	35 °С k =1,8	-
64	$KOH+HI \rightarrow KI+H_2O$	7н	40%	3,0	5,0	-	-	1,42	1,18	-	1,0	-	3,5	45 °С k =2,3	-
65	$KOH+H_2SO_3 \rightarrow KHSO_3+H_2O$	2М	3М	1,0	1,5	-	-	1,15	1,22	-	0,8	-	2,5	25 °С k =0,5	-
66	$Pb(NO_3)_2+(NH_4)_2S \rightarrow NH_4NO_3+PbS$	2М	3н	-	1,0	0,8	-	1,33	1,15	-	-	$(NH_4)_2SO_4$ 0,8	2,8	25 °С k =0,01	-
67	$Na_2SO_3+H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4+SO_2+H_2O$	20%	2,5М	1,0	1,5	-	-	1,23	1,21	0,75	-	-	2,0	35 °С k =1,5	-
68	$KOH+Cl_2 \rightarrow KClO+KCl+H_2O$	3н	-	1,2	25	-	-	1,35	-	-	0,8	-	2,5	-	45 °С k =5,0

69	$KI+H_3PO_4 \rightarrow KH_2PO_4+HI$	1,5M	20%	1,5	2,0	-	-	1,23	1,18	0,85	-	-	3,8	25 °C к=0,02	-
70	$HCl+AgNO_3 \rightarrow HNO_3+AgCl$	3M	2M	2,0	1,6	-	-	1,06	1,12	-	0,9	-	2,3	-	45 °C k=2,0
71	$CuSO_4+NaOH \rightarrow Cu(OH)_2+Na_2SO_4$	2н	2,5M	-	-	1,2	1,2	1,31	1,11	-	0,85	-	2,5	25 °C k =0,8	-
72	$NH_4S+H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2So_4+H_2S$	10%	10%	1,3	1,5	-	-	1,016	1,07	0,75	-	-	3,6	55 °C k =7,5	-
73	$NaOH+H_2S \rightarrow Na_2S+H_2O$	4н	1,5M	-	-	3,0	2,2	1,12	1,115	-	0,7	-	-	25 °C k =1,2	45 °C k=6,2
74	$H_3PO_4+NaOH \rightarrow H_2NaPO_4+H_2O$	4н	4M	1,5	-	-	1,6	1,23	1,21	0,80	-	-	3,0	25 °C k =0,7	-
75	$KOH+CO_2 \rightarrow K_2CO_3+H_2O$	1M	-	1,2	25	-	-	1,05	-	-	-	K_2CO_3 0,9	2,2	35 °C k =0,03	-
76	$H_3BO_3+NaOH \rightarrow Na_2B_4O_7+H_2O$	25%	2н	2,0	-	-	2,0	1,16	1,09	-	0,8	-	2,3	-	45 °C k =2,0
77	$Al_2(SO_4)_3+NaOH \rightarrow Na_2SO_4+Al(OH)_3$	6н	25%	-	1,2	1,2	-	1,10	1,28	0,83	-	-	2,5	25 °C k =0,8	-
78	$NH_3+HCl \rightarrow NH_4Cl$	3M	2н	1,2	-	1,0	-	0,81	1,04	-	0,65	-	2,0	25 °C k =0,03	-
79	$(NH_4)_2SO_4+BaCl_2 \rightarrow BaSO_4+NH_4Cl$	3н	2M	1,5	1,5	-	-	1,12	1,16	-	0,75	-	2,5	-	45 °C k =2,0
80	$Na_2GrO_4+AgNO_3 \rightarrow Ag_2GrO_4+NaNO_3$	20%	2M	2,0	2,2	-	-	1,31	1,35	0,70	-	-	3,1	25 °C k =0,003	-
81	$NH_4Cl+Ca(OH)_2 \rightarrow NH_3+CaCl_2+H_2O$	2н	0,3M	1,6	5,0	-	-	1,21	1,17	0,85	-	-	2,8	35 °C k =0,1	-
82	$Na_2S+HCl \rightarrow H_2S+NaCl$	15%	15%	2,5	3,0	-	-	1,14	1,08	-	-	NaCl 0,88	3,3	-	45 °C k =2,05
83	$CuSO_4+Na_2S \rightarrow CuS+Na_2SO_4$	2M	3н	-	-	1,4	1,5	1,107	1,20	0,80	-	-	3,8	25 °C k=0,0005	-
84	$FeCl_3+NaOH \rightarrow Fe(OH)_3+NaCl$	1н	3M	2,0	3,0	-	-	1,08	1,11	-	0,6	-	2,5	25 °C k=0,05	-
85	$H_2SO_4+NaOH \rightarrow Na_2SO_4+H_2O$	4н	5M	2,0	3,0	-	-	1,115	1,12	1,0	-	-	3,2	25 °C k =1,5	-

86	$FeI_2+NaF \rightarrow NaI+FeF_2$	30%	2н	0,8	1,5	-	-	1,32	1,03	-	0,9	-	3,5	25 °C k =0,008	-
87	$NH_4Cl+NaOH \rightarrow NaCl+H_2O+H_3$	4M	2н	-	-	2,0	2,2	1,08	1,13	-	-	NaCl 0,8	3,0	25 °C k =0,2	-
88	$AgNO_3+Na_2S \rightarrow Ag_2S+Na_2NO_3$	25%	2M	1,5	2	-	-	1,23	1,15	0,85	-	-	2,5	25 °C k =0,8	-
89	$BaCl_2+Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3+NaCl$	4н	3M	0,8	1,2	-	-	1,28	1,19	-	-	NaCl 0,9	-	25 °C k =1,1	45 °C k =5,9
90	$KOH+HCl \rightarrow KCl+H_2O$	5н	25%	-	-	1,5	1,5	1,26	1,125	1,0	-	-	3,6	25 °C k =2,0	-
91	$NaOH+HNO_3 \rightarrow NaNO_3+H_2O$	4M	3н	-	2,0	2,0	-	1,18	1,11	-	1,0	-	3,0	35 °C k =1,8	-
92	$KOH+HI \rightarrow KI+H_2O$	7н	40%	3,0	5,0	-	-	1,42	1,18	-	1,0	-	3,5	45 °C k =2,3	-
93	$KOH+H_2SO_3 \rightarrow KHSO_3+H_2O$	2M	3M	1,0	1,5	-	-	1,15	1,22	-	0,8	-	2,5	25 °C k =0,5	-
94	$Pb(NO_3)_2+(NH_4)_2S \rightarrow NH_4NO_3+PbS$	2M	3н	-	1,0	0,8	-	1,33	1,15	-	-	$(NH_4)_2SO_4$ 0,8	2,8	25 °C k =0,01	-
95	$Na_2SO_3+H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4+SO_2+H_2O$	20%	2,5M	1,0	1,5	-	-	1,23	1,21	0,75	-	-	2,0	35 °C k =1,5	-
96	$KOH+Cl_2 \rightarrow KClO+KCl+H_2O$	3н	-	1,2	25	-	-	1,35	-	-	0,8	-	2,5	-	45 °C k =5,0
97	$KI+H_3PO_4 \rightarrow KH_2PO_4+HI$	1,5M	20%	1,5	2,0	-	-	1,23	1,18	0,85	-	-	3,8	25 °C K=0,02	-
98	$HCl+AgNO_3 \rightarrow HNO_3+AgCl$	3M	2M	2,0	1,6	-	-	1,06	1,12	-	0,9	-	2,3	-	45 °C k=2,0
99	$CuSO_4+NaOH \rightarrow Cu(OH)_2+Na_2SO_4$	2н	2,5M	-	-	1,2	1,2	1,31	1,11	-	0,85	-	2,5	25 °C k =0,8	-