

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 K, л/(моль · мин) при	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			T ₂	T ₁
1.	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	4M	2M	-	-	2,3	2,5	1,065	1,250	-	-	80	2,5	25 °C 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



2. Характеристики исходных растворов

$C_M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 4$ моль/л; $m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_4\text{Cl}) = 2,3$ кг; $\rho(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,065$ г/мл;

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

Проведем расчет веществ приходящих в реакцию (Исходные вещества) <i>Приход:</i>	Проведем расчет веществ образовавшихся в реакции (Продукты реакции) <i>Расход:</i>
1) Объем приходящего раствора NH_4Cl: $V = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho} = \frac{2300}{1,065} = 2159,6 \text{ мл.}$ 2) Количество NH_4Cl в приходящем растворе: $\nu = C_{\text{М}} \cdot V = 4 \cdot 2,1596 = 8,64 \text{ моль.}$ 3) Масса NH_4Cl в приходящем растворе: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = \nu \cdot M = 8,64 \cdot 53,5 = 462,24 \text{ г.}$ 4) Масса воды в приходящем растворе хлорида аммония NH_4Cl: $m(\text{H}_2\text{O}) = 2300 - 462,24 = 1837,76 \text{ г.}$ 5) Объем приходящего раствора щелочи (NaOH): $V = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho} = \frac{2500}{1,25} = 2000 \text{ мл.}$ 6) Масса вещества NaOH в приходящем растворе: $m(\text{NaOH}) = C_{\text{н}} \cdot M_{\text{г}} \cdot V = 2 \cdot 40 \cdot 2 = 160 \text{ г.}$ 7) Количество NaOH в приходящем растворе: $\nu = \frac{m}{M} = \frac{160}{40} = 4 \text{ моль.}$ 8) Масса воды в растворе щелочи: $m(\text{H}_2\text{O}) = 2500 - 160 = 2340 \text{ г.}$ 9) Количество прореагировавшего NaOH с учетом выхода продуктов реакции: $\nu(\text{NaOH})_{\text{прор}} = \nu_{\text{исх}} \cdot \eta = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ моль.}$ 10) Количество непрореагировавшего NaOH: $\nu(\text{NaOH})_{\text{непр}} = 4 - 3,2 = 0,8 \text{ моль.}$ 11) Масса непрореагировавшего NaOH: $m(\text{NaOH}) = 0,8 \cdot 40 = 32 \text{ г.}$ 12) Количество непрореагировавшего NH_4Cl: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{непр}} = 8,64 - 3,2 = 5,44 \text{ моль.}$ 13) Масса непрореагировавшего NH_4Cl: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 5,44 \cdot 53,5 = 291,04 \text{ г.}$	1) Масса образовавшегося NaCl: $m(\text{NaCl}) = 3,2 \cdot 58,5 = 187,3 \text{ г.}$ 2) Масса образовавшейся воды: $m(\text{H}_2\text{O}) = 3,2 \cdot 18 = 57,6 \text{ г.}$ 3) Масса образовавшегося аммиака: $m(\text{NH}_3) = 3,2 \cdot 17 = 54,4 \text{ г.}$

Материальные баланс

Состав реакционной смеси		Приход			Состав реакционной смеси		Расход		
		м, г	моль	ω, %			м, г	моль	ω, %
1.	NH ₄ Cl	462,24	8,64	9,63	1.	NH ₄ Cl	291,04	5,44	6,06
2.	NaOH	160	4	3,33	2.	NaOH	32	0,8	0,67
3.	H ₂ O, в том числе:	4177,76	229,85	87,04	3.	NH ₃	54,4	3,2	1,13
	с раствором NH ₄ Cl	1837,34			4.	NaCl	187,2	3,2	3,9
	с раствором NaOH	2340,0			5.	H ₂ O, 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 T=298 К:

$$\Delta H_{\text{реакции}} = \sum \nu_j \Delta_f H_{j \text{ прод. реактнт}} - \sum \nu_i \Delta_f H_{i \text{ исх. веществ}}$$

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

- 2) Определяем энтропию данной реакции при T=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 T = 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 T=298 К.

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

При T=473 К данная реакция также возможна.

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

- 1) Масса раствора после реакции:

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_4\text{Cl}) + m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) - m(\text{NH}_3) = 2300 + 2500 - 54,4 = 4745,6 \text{ г.}$$

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

$$V_{p-pa} = 4745,6 \text{ мл} = 4,7456 \text{ л.}$$

Время реакции:

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

где K – 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:

$$C(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{v}{V} = \frac{8,64}{4,7456} = 1,82 \text{ моль/л,}$$

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

3) Концентрация веществ после реакции:

$$C(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{v}{V} = \frac{5,44}{4,7456} = 1,15 \text{ моль/л,}$$

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

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 :

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

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 гидролизуемый NH_4Cl .



$$C_M(\text{HCl}) = C_M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,15 \text{ моль/л.}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Так как $C(HCl) = C(NH_4Cl)$, то

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

$C(OH^-)$ 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 K, л/(моль·мин) при	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			T ₂	T ₁
00	$\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 + \text{NaCl}$	1н	3М	2,0	3,0	-	-	1,08	1,11	-	0,6	-	2,5	25 °C k=0,05	-
01	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	4н	5М	2,0	3,0	-	-	1,115	1,12	1,0	-	-	3,2	25 °C k =1,5	-
02	$\text{FeI}_2 + \text{NaF} \rightarrow \text{NaI} + \text{FeF}_2$	30%	2н	0,8	1,5	-	-	1,32	1,03	-	0,9	-	3,5	25 °C k =0,008	-
03	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3$	4М	2н	-	-	2,0	2,2	1,08	1,13	-	-	NaCl 0,8	3,0	25 °C k =0,2	-
04	$\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{NO}_3$	25%	2М	1,5	2	-	-	1,23	1,15	0,85	-	-	2,5	25 °C k =0,8	-
05	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{NaCl}$	4н	3М	0,8	1,2	-	-	1,28	1,19	-	-	NaCl 0,9	-	25 °C k =1,1	45 °C k =5,9
06	$\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	5н	25%	-	-	1,5	1,5	1,26	1,125	1,0	-	-	3,6	25 °C k =2,0	-
07	$\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	4М	3н	-	2,0	2,0	-	1,18	1,11	-	1,0	-	3,0	35 °C k =1,8	-
08	$\text{KOH} + \text{HI} \rightarrow \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$	7н	40%	3,0	5,0	-	-	1,42	1,18	-	1,0	-	3,5	45 °C k =2,3	-
09	$\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{KHSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2М	3М	1,0	1,5	-	-	1,15	1,22	-	0,8	-	2,5	25 °C k =0,5	-
10	$\text{Pb(NO}_3)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{PbS}$	2М	3н	-	1,0	0,8	-	1,33	1,15	-	-	(NH ₄) ₂ SO ₄ 0,8	2,8	25 °C k =0,01	-
11	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	20%	2,5М	1,0	1,5	-	-	1,23	1,21	0,75	-	-	2,0	35 °C k =1,5	-
12	$\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	3н	-	1,2	25	-	-	1,35	-	-	0,8	-	2,5	-	45 °C k =5,0
13	$\text{KI} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{HI}$	1,5М	20%	1,5	2,0	-	-	1,23	1,18	0,85	-	-	3,8	25 °C κ=0,02	-
14	$\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{AgCl}$	3М	2М	2,0	1,6	-	-	1,06	1,12	-	0,9	-	2,3	-	45 °C k=2,0

[illegible]

[illegible]

51	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl}$	3H	2M	1,5	1,5	-	-	1,12	1,16	-	0,75	-	2,5	-	45 °C k =2,0
52	$\text{Na}_2\text{GrO}_4 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{GrO}_4 + \text{NaNO}_3$	20%	2M	2,0	2,2	-	-	1,31	1,35	0,70	-	-	3,1	25 °C k =0,003	-
53	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2H	0,3M	1,6	5,0	-	-	1,21	1,17	0,85	-	-	2,8	35 °C k =0,1	-
54	$\text{Na}_2\text{S} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{NaCl}$	15%	15%	2,5	3,0	-	-	1,14	1,08	-	-	NaCl 0,88	3,3	-	45 °C k =2,05
55	$\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + \text{Na}_2\text{SO}_4$	2M	3H	-	-	1,4	1,5	1,107	1,20	0,80	-	-	3,8	25 °C k=0,0005	-
56	$\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NaCl}$	1H	3M	2,0	3,0	-	-	1,08	1,11	-	0,6	-	2,5	25 °C k=0,05	-
57	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	4H	5M	2,0	3,0	-	-	1,115	1,12	1,0	-	-	3,2	25 °C k =1,5	-
58	$\text{FeI}_2 + \text{NaF} \rightarrow \text{NaI} + \text{FeF}_2$	30%	2H	0,8	1,5	-	-	1,32	1,03	-	0,9	-	3,5	25 °C k =0,008	-
59	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3$	4M	2H	-	-	2,0	2,2	1,08	1,13	-	-	NaCl 0,8	3,0	25 °C k =0,2	-
60	$\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{NO}_3$	25%	2M	1,5	2	-	-	1,23	1,15	0,85	-	-	2,5	25 °C k =0,8	-
61	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{NaCl}$	4H	3M	0,8	1,2	-	-	1,28	1,19	-	-	NaCl 0,9	-	25 °C k =1,1	45 °C k =5,9
62	$\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	5H	25%	-	-	1,5	1,5	1,26	1,125	1,0	-	-	3,6	25 °C k =2,0	-
63	$\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	4M	3H	-	2,0	2,0	-	1,18	1,11	-	1,0	-	3,0	35 °C k =1,8	-
64	$\text{KOH} + \text{HI} \rightarrow \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$	7H	40%	3,0	5,0	-	-	1,42	1,18	-	1,0	-	3,5	45 °C k =2,3	-
65	$\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{KHSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2M	3M	1,0	1,5	-	-	1,15	1,22	-	0,8	-	2,5	25 °C k =0,5	-
66	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{PbS}$	2M	3H	-	1,0	0,8	-	1,33	1,15	-	-	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,8	2,8	25 °C k =0,01	-
67	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	20%	2,5M	1,0	1,5	-	-	1,23	1,21	0,75	-	-	2,0	35 °C k =1,5	-
68	$\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	3H	-	1,2	25	-	-	1,35	-	-	0,8	-	2,5	-	45 °C k =5,0

[illegible]

86	$\text{FeI}_2 + \text{NaF} \rightarrow \text{NaI} + \text{FeF}_2$	30%	2H	0,8	1,5	-	-	1,32	1,03	-	0,9	-	3,5	25 °C k =0,008	-
87	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3$	4M	2H	-	-	2,0	2,2	1,08	1,13	-	-	NaCl 0,8	3,0	25 °C k =0,2	-
88	$\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{NO}_3$	25%	2M	1,5	2	-	-	1,23	1,15	0,85	-	-	2,5	25 °C k =0,8	-
89	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{NaCl}$	4H	3M	0,8	1,2	-	-	1,28	1,19	-	-	NaCl 0,9	-	25 °C k =1,1	45 °C k =5,9
90	$\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	5H	25%	-	-	1,5	1,5	1,26	1,125	1,0	-	-	3,6	25 °C k =2,0	-
91	$\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	4M	3H	-	2,0	2,0	-	1,18	1,11	-	1,0	-	3,0	35 °C k =1,8	-
92	$\text{KOH} + \text{HI} \rightarrow \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$	7H	40%	3,0	5,0	-	-	1,42	1,18	-	1,0	-	3,5	45 °C k =2,3	-
93	$\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{KHSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2M	3M	1,0	1,5	-	-	1,15	1,22	-	0,8	-	2,5	25 °C k =0,5	-
94	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{PbS}$	2M	3H	-	1,0	0,8	-	1,33	1,15	-	-	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,8	2,8	25 °C k =0,01	-
95	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	20%	2,5M	1,0	1,5	-	-	1,23	1,21	0,75	-	-	2,0	35 °C k =1,5	-
96	$\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	3H	-	1,2	25	-	-	1,35	-	-	0,8	-	2,5	-	45 °C k =5,0
97	$\text{KI} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{HI}$	1,5M	20%	1,5	2,0	-	-	1,23	1,18	0,85	-	-	3,8	25 °C k =0,02	-
98	$\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{AgCl}$	3M	2M	2,0	1,6	-	-	1,06	1,12	-	0,9	-	2,3	-	45 °C k =2,0
99	$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	2H	2,5M	-	-	1,2	1,2	1,31	1,11	-	0,85	-	2,5	25 °C k =0,8	-