

## УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

### Фазовые равновесия и учение о растворах

#### Задача 1

Рассчитать молярную концентрацию  $c$ , моляльную концентрацию  $m$  и молярный процент<sup>1</sup>  $X_{\%}$  вещества (см. табл.) в водном растворе при 20 °С в диапазоне 0 – 12 массовых процентов<sup>2</sup>  $\omega_{\%}$  и построить зависимости  $c = f(\omega_{\%})$ ,  $m = f(\omega_{\%})$  и  $X_{\%} = f(\omega_{\%})$ .

*Указание.* Все зависимости строятся на одном графике. Значения плотности растворов приведены в Справочнике.

*Таблица к задаче 1*

Вариант	Вещество	Вариант	Вещество	Вариант	Вещество
1	HCl	10	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	19	KCl
2	AgNO <sub>3</sub>	11	CH <sub>3</sub> OH	20	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>
3	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	12	LiCl	21	KNO <sub>3</sub>
4	BaCl <sub>2</sub>	13	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22	NaOH
5	NH <sub>4</sub> OH	14	NH <sub>4</sub> Cl	23	KOH
6	CaCl <sub>2</sub>	15	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	24	NaNO <sub>3</sub>
7	HCOOH	16	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
8	CuSO <sub>4</sub>	17	CH <sub>3</sub> COOH	26	ZnSO <sub>4</sub>
9	HNO <sub>3</sub>	18	NaCl	27	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>

#### Задача 2

1. По зависимости температуры выпадения первого кристалла от содержания компонента А в системе Н<sub>2</sub>О – компонент А (см. табл.) построить фазовую диаграмму (диаграмму растворения).

2. На диаграмме указать:

- а) число и характер фаз в каждой зоне;
- б) температуру и состав системы в эвтектической точке.

3. Проследить по диаграмме процесс охлаждения системы, содержащей  $a$  масс.% компонента А, от температуры  $T_1$  до  $T_2$ . При какой температуре

<sup>1</sup> Молярный процент (мол. %) – молярная доля  $X$ , выраженная в процентах  $X_{\%}$ .

<sup>2</sup> Массовый процент (масс. %) – массовая доля  $\omega$ , выраженная в процентах  $\omega_{\%}$ .

выпадет первый кристалл и каков его состав? При какой температуре исчезнет последняя капля жидкости и каков ее состав? Из каких фаз состоит система при температуре  $T_2$ ?

4. Первоначальная масса системы 20 кг, в ней содержится  $b$  масс.% компонента А. При постоянной температуре  $T_3$  из системы удаляется (например, выпаривается) вода. Сколько воды необходимо удалить из системы, чтобы получить насыщенный раствор? Определить состав системы и массы твердой и жидкой фаз при удалении из нее 5 кг воды.

*Указание.* Точку эвтектики следует определять как точку пересечения двух ветвей линии ликвидуса, проведенных по лекалу. Совпадать со значением содержания компонента А, приведенным в табл., эвтектический состав может лишь в отдельных случаях.

Таблица к задаче 2

Вариант	Компонент А	Температура выпадения первого кристалла Т, К, при содержании компонента А, масс. %											а	Т <sub>1</sub>	Т <sub>2</sub>	b	Т <sub>3</sub>
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
		1	ZnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	273	270	266	260	252	242	230	215	228					
2	CaCl <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	273	272	268	261	251	238	229	267	289	302	308	20	300	210	60	260
3	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	273	270	266	262	257	251	245	239	252	263	270	80	270	230	70	250
4	KNO <sub>3</sub>	273	268	283	298	313	328	347	373	410	480	598	30	360	240	60	380
5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	273	270	265	260	255	268	285	308	337	390	443	50	330	230	70	350
6	NaNO <sub>3</sub>	273	271	268	264	256	301	347	394	443	500	581	55	420	240	60	380
7	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	273	267	260	250	235	218	200	230	273	300	314	20	290	180	70	280
8	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	273	272	270	266	261	255	257	280	300	315	322	30	290	240	55	270
9	LiClO <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	273	270	266	260	251	241	236	253	266	276	282	40	270	210	55	250
10	AgNO <sub>3</sub>	273	272	271	270	268	271	291	315	345	383	432	60	320	250	70	360
11	NaOH·4H <sub>2</sub> O	273	270	265	258	250	244	257	268	276	282	286	30	270	230	50	260
12	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	273	272	269	263	253	239	219	206	226	239	246	80	250	190	70	220
13	HNO <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	273	270	267	261	253	243	232	239	247	253	255	30	270	220	65	240
14	HF·3H <sub>2</sub> O	273	268	261	251	237	218	207	219	227	233	236	30	265	190	60	215

## Химическая кинетика

### Задача 1

1. По значениям констант скорости реакции  $k_1$  и  $k_2$  при двух температурах  $T_1$  и  $T_2$  соответственно (см. табл.) рассчитать энергию активации реакции.

2. При большей из двух заданных температур определить период полупревращения  $\tau_{1/2}$  и убыль концентрации  $x$  реагента (реагентов, если их начальные концентрации  $c_0$  одинаковы и они взаимодействуют с равными стехиометрическими коэффициентами) к моменту времени  $\tau$ .

3. Определить аналитическим методом константу скорости реакции при температуре  $T_x$  и построить график зависимости  $\ln k = f(10^3 / T)$ .

4. Определить температурный коэффициент скорости реакции.

*Указание.* Значения температур  $T_1$  и  $T_2$  берутся в порядке их указания в табл. к задаче 3.1 независимо от их величин.

*Таблица к задаче 1*

Вариант	Порядок реакции	Константа скорости реакции $k$ при температуре $T$ , К			$T_x$ , К	$\tau \cdot 10^{-3}$ , с	$c_0$ , моль / л
1	второй	$\frac{T}{k \cdot 10^4}$	$\frac{574,5}{856,0}$	$\frac{497,2}{3,6}$	483	3,60	0,03
2	второй	$\frac{T}{k \cdot 10^3}$	$\frac{550,7}{15,9}$	$\frac{524,6}{2,6}$	568	0,60	0,10
3	второй	$\frac{T}{k \cdot 10^4}$	$\frac{599}{14,6}$	$\frac{672}{568,0}$	648	1,68	2,83
4	первый	$\frac{T}{k \cdot 10^2}$	$\frac{775}{3,21}$	$\frac{823}{28,8}$	848	2,40	1,60

Вариант	Порядок реакции	Константа скорости реакции $k$ при температуре $T$ , К			$T_x$ , К	$\tau \cdot 10^{-3}$ , с	$c_0$ , моль/л
5	второй	$T$ ----- $k \cdot 10^6$	456 ----- 0,946	700 ----- 3100	923	1,02	2,38
6	второй	$T$ ----- $k \cdot 10^2$	1525 ----- 470,6	1251 ----- 10,73	1425	2,70	2,83
7	первый	$T$ ----- $k \cdot 10^6$	288 ----- 10,4	318 ----- 498	308	3,90	1,95
8	второй	$T$ ----- $k$	986 ----- 6,72	1165 ----- 977	1050	4,80	1,75
9	первый	$T$ ----- $k \cdot 10^3$	953 ----- 18,3	918 ----- 3,8	985	5,10	0,87
10	первый	$T$ ----- $k \cdot 10^5$	552 ----- 6,09	595 ----- 132	640	2,10	2,50
11	первый	$T$ ----- $k \cdot 10^6$	293 ----- 20,9	314 ----- 310	300	3,00	2,00
12	первый	$T$ ----- $k \cdot 10^3$	665 ----- 5,3	745 ----- 676	698	6,30	0,80
13	второй	$T$ ----- $k \cdot 10^4$	288 ----- 3,1	313 ----- 81,5	303	5,34	3,85
14	второй	$T$ ----- $k \cdot 10^2$	273,2 ----- 3,36	303,2 ----- 212,5	288	0,60	0,87
15	второй	$T$ ----- $k$	297,7 ----- 0,68	316,8 ----- 5,23	303	1,08	0,96
16	второй	$T$ ----- $k \cdot 10^5$	353,2 ----- 2,22	403,2 ----- 237	423	1,56	0,50
17	второй	$T$ ----- $k$	282,6 ----- 2,31	318,1 ----- 21,65	343	0,90	0,95

Окончание табл. к задаче 1

Вариант	Порядок реакции	Константа скорости реакции $k$ при температуре $T$ , К			$T_x$ , К	$\tau \cdot 10^{-3}$ , с	$c_0$ , моль / л
		$T$	298,2	308,2			
18	второй	$k \cdot 10^4$	6,53	16,63	313	1,50	1,60
		$T$	298,2	308,2			
19	второй	$k \cdot 10^2$	1,61	3,78	323	4,80	2,96
		$T$	298,2	308,2			
20	второй	$k \cdot 10^5$	2,06	109,4	298	4,02	3,55
		$T$	273,2	313,2			
21	второй	$k \cdot 10^2$	2,9	104	286	6,00	3,89
		$T$	273,2	298,2			
22	второй	$k$	1,44	201	318	5,40	2,67
		$T$	298,2	338,2			
23	второй	$k$	0,765	35,5	313	0,90	1,85
		$T$	298,2	328,2			
24	первый	$k \cdot 10^3$	2,9	223	698	6,27	3,85
		$T$	655	725			

**Задача 2**

По зависимости концентрации реагентов от времени протекания реакции (см. табл.) найти методами подстановки и графическим порядок реакции.

Таблица к задаче 2

Вариант	Концентрация $c$ , моль / л, при времени $\tau$ , с, от начала реакции					
	$\tau$	0	184	319	526	827
1	$c$	2,35	2,08	1,91	1,67	1,36
	$\tau$	0	300	900	1380	2100
2	$c \cdot 10^3$	20	12,8	7,6	5,5	4,2
	$\tau \cdot 10^{-3}$	0	1,44	4,32	7,07	11,4
3	$c \cdot 10^2$	65	60	50,6	44,8	35,4
	$\tau \cdot 10^{-3}$	0	1,44	4,32	7,07	11,4

Вариант	Концентрация $c$ , моль/л, при времени $\tau$ , с, от начала реакции					
4	$\tau$	0	4	6	10	15
	$c$	4,24	3,41	2,94	2,24	1,78
5	$\tau$	0	70	110	140	165
	$c \cdot 10^4$	10,2	6,0	4,4	3,3	2,6
6	$\tau$	0	200	500	800	1200
	$c \cdot 10^3$	10,0	7,2	5,1	3,9	3,0
7	$\tau \cdot 10^{-3}$	0	14,2	16,9	19,8	29,9
	$c \cdot 10^2$	65	30,7	26,3	22,3	13,1
8	$\tau$	0	1198	1877	2315	3144
	$c$	2,35	1,11	0,72	0,55	0,34
9	$\tau$	0	220	250	360	450
	$c \cdot 10^4$	10,2	1,9	1,6	0,7	0,3
10	$\tau$	0	1380	2100	3300	7200
	$c \cdot 10^3$	20	5,5	4,2	2,89	1,38
11	$\tau \cdot 10^3$	0	108	217	337	390
	$c \cdot 10^2$	3,38	2,88	2,42	2,07	1,89
12	$\tau$	0	200	800	1200	1800
	$c \cdot 10^3$	25	17	8,7	6,6	4,8
13	$\tau$	0	2	5	8	12
	$c$	3,35	2,98	2,48	2,11	1,63
14	$\tau$	0	100	350	650	1000
	$c \cdot 10^3$	10,0	8,4	5,9	4,4	3,4
15	$\tau \cdot 10^3$	0	80	170	260	350
	$c \cdot 10^2$	2,00	1,78	1,55	1,36	1,18