

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Фазовые равновесия

Задача 1

1. По зависимости температуры выпадения первого кристалла от содержания компонента А в системе H_2O – 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 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 1

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

Задача 2

1. По данным, характеризующим равновесие между жидкостью и паром, для бинарной системы А – В при температуре кипения T и постоянном давлении (см. табл.) построить диаграммы:

а) состав – температура кипения;

б) состав жидкой фазы – состав паровой фазы.

2. Определить температуру конденсации пара, содержащего a мол.% компонента В (см. табл.), и состав первой капли жидкости.

3. Определить температуру кипения раствора, содержащего b мол.% компонента В (см. табл.), и состав первой порции пара.

4. Определить температуру кипения и состав последней капли жидкости раствора, содержащего b мол.% компонента В (см. табл.), если образующиеся пары непрерывно отводятся из системы.

5. Определить, какую массу (в кг) и какого компонента нужно добавить к системе, содержащей 6 кг компонента А и 4 кг компонента В, чтобы получить азеотропную смесь.

6. Рассчитать массы компонентов А и В в жидкой и паровой фазах, если система содержит a мол.% компонента В и находится при температуре T_x (см. табл.). Общая масса системы 10 кг.

Примечание. ж – жидкая фаза; п – паровая фаза.

Таблица к задаче 2

Вариант	Компоненты	Содержание компонентов В, мол.%, в жидкой и паровой фазах при температуре кипения T, К														a, b, мол.%, T _x , К		
		ж	0,0	0,5	1,2	2,0	4,6	33,4	58,7	82,8	86,5	a	b	T _x				
1	H ₂ O изо - C ₄ H ₁₀ O	ж	0,0	0,5	1,2	2,0	4,6	33,4	58,7	82,8	86,5	a	b	T _x				
		п	0,0	14,7	27,0	32,2	33,2	33,4	36,5	55,4	59,9	a	b	T _x				
		T	373,2	368,9	364,9	362,9	362,5	362,4	363,2	369,0	370,7	a	b	T _x				
2	C ₆ H ₁₄ CH ₄ O	ж	0,0	3,3	5,6	9,0	25,0	51,2	94,2	98,0	100,0	a	b	T _x				
		п	0,0	25,6	33,2	38,8	48,3	51,2	65,2	79,0	100,0	a	b	T _x				
		T	342,0	335,0	331,0	327,2	322,5	321,7	325,0	329,6	338,0	a	b	T _x				
3	H ₂ O C ₃ H ₈ O	ж	0,0	2,0	4,0	10,0	43,2	60,0	80,0	90,0	100,0	a	b	T _x				
		п	0,0	21,6	27,0	37,2	43,2	49,2	64,1	77,8	100,0	a	b	T _x				
		T	373,2	365,0	363,5	361,5	360,8	361,3	363,5	365,8	370,3	a	b	T _x				
4	C ₃ H ₈ O CS ₂	ж	0,0	1,9	4,8	13,5	44,8	66,4	88,0	96,8	100,0	a	b	T _x				
		п	0,0	8,3	18,5	35,1	59,8	66,4	76,0	88,6	100,0	a	b	T _x				
		T	329,2	327,0	324,4	319,6	312,8	312,1	313,5	316,5	319,3	a	b	T _x				
5	изо - C ₃ H ₈ O C ₆ H ₁₂	ж	0,0	11,6	19,1	30,6	44,2	59,3	86,2	97,8	100,0	a	b	T _x				
		п	0,0	28,3	37,1	48,9	55,0	59,3	69,7	85,0	100,0	a	b	T _x				
		T	355,6	348,0	345,3	343,2	342,4	341,9	343,1	347,7	353,9	a	b	T _x				
6	C ₃ H ₈ O CHCl ₃	ж	0,0	14,1	26,1	33,7	52,3	64,5	78,9	88,9	100,0	a	b	T _x				
		п	0,0	8,4	17,6	24,9	48,3	64,5	82,5	93,5	100,0	a	b	T _x				
		T	329,2	331,3	333,4	334,6	336,9	337,6	336,8	335,8	334,3	a	b	T _x				
7	C ₂ H ₄ O ₂ C ₇ H ₄	ж	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	62,8	90,0	95,0	100,0	a	b	T _x				
		п	0,0	25,5	37,2	46,0	54,1	62,8	81,0	88,5	100,0	a	b	T _x				
		T	391,1	381,9	378,6	376,3	374,7	373,6	375,6	377,9	383,8	a	b	T _x				

Продолжение табл. к задаче 2

Вариант	Компоненты	Содержание компонента В, мол.%, в жидкой и паровой фазах при температуре кипения Т, К													а, b, мол.%; Т _к , К		
		ж	0,0	5,0	10,0	20,0	30,0	54,0	80,0	90,0	100,0	а	а	Т _к			
8	A	C ₂ H ₆ O	0,0	5,0	10,0	20,0	30,0	54,0	80,0	90,0	100,0	а	а	25,0			
	B	C ₄ H ₈ O ₂	0,0	10,2	18,7	30,5	38,9	54,0	72,6	83,7	100,0	б	б	80,0			
	T		351,3	349,6	348,5	346,9	345,8	344,8	346,0	347,7	350,1	T _к	T _к	346,9			
9	A	H ₂ O	0,0	8,4	12,3	22,1	38,3	40,2	46,5	58,0	61,5	а	а	80,0			
	B	HNO ₃	0,0	0,6	1,8	6,6	38,3	60,2	75,9	90,8	92,1	б	б	20,0			
	T		373,2	379,5	385,0	391,5	394,9	394,0	391,0	380,0	372,0	T _к	T _к	380,0			
10	A	C ₆ H ₄ O ₂	0,0	20,0	32,0	40,0	50,0	55,0	60,0	70,0	100,0	а	а	70,0			
	B	HNO ₃	0,0	8,0	32,0	47,0	82,0	91,0	96,0	97,9	100,0	б	б	20,0			
	T		391,1	399,5	401,6	400,3	393,3	385,0	378,0	371,3	358,3	T _к	T _к	385,0			
11	A	H ₂ O	0,0	18,9	35,8	44,4	50,3	58,2	79,8	87,9	100,0	а	а	70,0			
	B	HF	0,0	6,4	35,8	63,3	81,0	95,8	99,2	99,5	100,0	б	б	15,0			
	T		373,2	379,8	385,4	381,7	374,7	359,6	318,1	306,5	292,4	T _к	T _к	374,7			
12	A	C ₆ H ₆	0,0	1,7	2,8	5,0	11,8	61,0	88,3	96,8	100,0	а	а	10,0			
	B	CH ₄ O	0,0	18,0	31,0	39,5	56,5	61,0	70,0	90,0	100,0	б	б	90,0			
	T		363,2	350,0	342,4	337,8	332,0	330,5	331,9	335,4	337,7	T _к	T _к	350,0			
13	A	C ₆ H ₆	0,0	4,0	15,9	29,8	44,1	71,8	87,2	93,9	100,0	а	а	80,0			
	B	C ₂ H ₆ O	0,0	15,1	35,3	40,5	44,1	54,9	68,3	78,7	100,0	б	б	4,0			
	T		352,8	348,1	342,5	341,2	340,8	342,0	344,8	347,4	351,1	T _к	T _к	344,8			

Окончание табл. к задаче

Вариант	Компоненты	Содержание компонента В, мол.%, в жидкой и паровой фазах при температуре кипения Т, К											а, b, мол.%; Т _к , К	
		ж	п	Т	ж	п	Т	ж	п	Т	ж	п	Т	а
14	А	СН ₄ О	0,0	4,8	10,0	17,6	35,0	60,0	80,0	95,0	100,0	а	20,0	
	В	С ₃ Н ₈ О	0,0	14,0	23,5	31,7	46,0	65,6	80,0	94,0	100,0	б	35,0	
	Т		337,7	335,9	334,5	333,1	330,7	329,1	328,6	328,9	329,5	Т _к	334,5	
15	А	С ₆ Н ₁₂ О ₂	0,0	5,0	21,9	30,0	51,4	72,2	80,4	86,0	100,0	а	35,0	
	В	С ₄ Н ₁₀ О	0,0	9,1	33,4	40,0	58,0	74,1	80,4	84,4	100,0	б	5,0	
	Т		399,0	397,8	394,2	393,0	390,9	389,9	389,6	390,0	390,5	Т _к	393,0	
16	А	СН ₄ О	0,0	10,3	15,2	21,2	38,5	65,3	70,7	84,7	100,0	а	30,0	
	В	СНСl ₃	0,0	24,0	32,3	41,2	54,2	65,3	67,9	82,3	100,0	б	20,0	
	Т		337,9	333,7	332,1	330,5	327,5	326,4	326,7	330,0	334,4	Т _к	330,5	
17	А	С ₂ Н ₆ О	0,0	7,0	11,4	16,6	31,0	63,0	72,9	89,0	100,0	а	35,0	
	В	ССl ₄	0,0	26,5	35,4	43,5	53,6	63,0	66,9	84,0	100,0	б	90,0	
	Т		350,9	345,4	343,4	341,4	338,3	336,6	337,3	343,0	348,9	Т _к	341,4	
18	А	С ₆ Н ₁₂	0,0	2,0	6,5	15,1	43,6	67,8	85,3	95,1	100,0	а	25,0	
	В	С ₂ Н ₆ О	0,0	17,5	35,7	39,6	43,6	47,5	59,5	77,8	100,0	б	2,0	
	Т		353,9	347,0	339,9	338,2	337,8	338,2	341,0	345,5	351,1	Т _к	339,9	
19	А	ССl ₄	0,0	1,7	5,0	12,4	55,0	76,4	88,0	94,8	100,0	а	35,0	
	В	СН ₄ О	0,0	26,4	44,0	50,0	55,0	60,3	69,5	82,3	100,0	б	90,0	
	Т		349,7	339,8	332,4	329,9	328,7	329,3	331,2	333,8	337,7	Т _к	332,4	