

Przykład 7

W zbiorniku o pojemności $V = 500$ l znajduje się roztwór butanu i propanu. Ciecz o składzie kilogramowym butan 40%, propan 60% wypełnia 80% pojemności zbiornika. Temperatura roztworu 25°C . Wyznaczyć najniższą temperaturę, dla której w zbiorniku będzie występować tylko faza ciekła.

Rozwiązanie

Z tablic odczytujemy gęstość fazy ciekłej i fazy gazowej dla stanu równowagi pomiędzy fazami w temperaturze 25°C .

Skład kilogramowy fazy ciekłej: butan 40%, propan 60%.

	Temperature ($^\circ\text{C}$)	Pressure (MPa)	Liquid Phase Density (kg/m^3)	Vapor Phase Density (kg/m^3)	Liquid Phase Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Phase Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Phase Entropy ($\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$)	Vapor Phase Entropy ($\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$)
1	0,0000	0,34444	557,11	7,5668	200,00	579,85	1,0000	2,3636
2	5,0000	0,40092	550,83	8,7526	212,19	585,93	1,0439	2,3612
3	10,000	0,46400	544,41	10,078	224,55	591,96	1,0875	2,3594
4	15,000	0,53411	537,85	11,556	237,08	597,94	1,1309	2,3583
5	20,000	0,61171	531,13	13,199	249,80	603,85	1,1742	2,3577
6	25,000	0,69726	524,24	15,024	262,70	609,69	1,2173	2,3575
7	30,000	0,79120	517,16	17,048	275,81	615,43	1,2602	2,3578
8	35,000	0,89401	509,89	19,291	289,12	621,07	1,3032	2,3584
9	40,000	1,0061	502,40	21,774	302,66	626,59	1,3460	2,3593
10	45,000	1,1281	494,66	24,525	316,43	631,96	1,3889	2,3603
11	50,000	1,2603	486,66	27,573	330,44	637,18	1,4317	2,3614
12	55,000	1,4033	478,37	30,955	344,73	642,20	1,4747	2,3626
13	60,000	1,5576	469,73	34,716	359,30	647,00	1,5178	2,3636
14	65,000	1,7236	460,70	38,909	374,18	651,53	1,5610	2,3644
15	70,000	1,9019	451,23	43,601	389,42	655,75	1,6046	2,3649
16	75,000	2,0931	441,20	48,879	405,04	659,60	1,6486	2,3649
17	80,000	2,2975	430,52	54,857	421,11	662,98	1,6931	2,3641
18	85,000	2,5158	419,02	61,688	437,72	665,80	1,7383	2,3624
19	90,000	2,7484	406,46	69,590	454,96	667,91	1,7846	2,3593

$$\rho_c = 524,24 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\rho_g = 15,024 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Ilość kg fazy ciekłej

$$m_c = \rho_c V_c = 524,24 \cdot 0,4 = 209,7 \text{ [kg]}$$

Ilość kg fazy gazowej

$$m_g = \rho_g V_g = 15,024 \cdot 0,1 = 1,5 \text{ [kg]}$$

Gęstość pary mokrej w zbiorniku

$$\rho = \frac{m_c + m_g}{V} = \frac{209,7 + 1,5}{0,5} = 422,4 \text{ [kg}/\text{m}^3]$$

Podczas ogrzewania roztworu zanika faza lotna bogatsza w propan i zmienia się tym samym skład cieczy. Ze względu na to, że faza gazowa stanowi tylko 0,72% (masowo) zawartości zbiornika, pomijamy zmianę składu cieczy.

Z tablic odczytujemy temperaturę w której faza ciekła o składzie butan 40% propan 60% (stan pęcherzyków) będzie miała gęstość $422,4 \text{ kg/m}^3$.

	Temperature (°C)	Pressure (MPa)	Liquid Phase Density (kg/m ³)	Vapor Phase Density (kg/m ³)	Liquid Phase Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Phase Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Phase Entropy (kJ/kg·K)	Vapor Phase Entropy (kJ/kg·K)
1	83,000	2,4268	423,73	58,841	431,01	664,75	1,7201	2,3632
2	83,200	2,4356	423,27	59,119	431,67	664,86	1,7219	2,3631
3	83,400	2,4444	422,80	59,398	432,34	664,97	1,7237	2,3630
4	83,600	2,4532	422,33	59,678	433,01	665,08	1,7256	2,3630
5	83,800	2,4621	421,87	59,960	433,68	665,19	1,7274	2,3629

Temperatura ta to około $83,6^\circ\text{C}$.