

40. ZADATAK

Pri 100 °C topljivost natrijeva klorida, NaCl, u vodi iznosi 39,4 mas. %, kalijeva klorida, KCl, 56,2 mas. %, a istovremena topljivost obiju soli iznosi 27,3 mas. % NaCl i 35,3 mas. % KCl.

Treba nacrtati fazni dijagram sustava uz pretpostavku da su linije topljivosti pravci.

Za otopinu (P_1) početnog sastava 10 kg KCl, 20 kg NaCl i 100 kg H₂O treba izračunati:

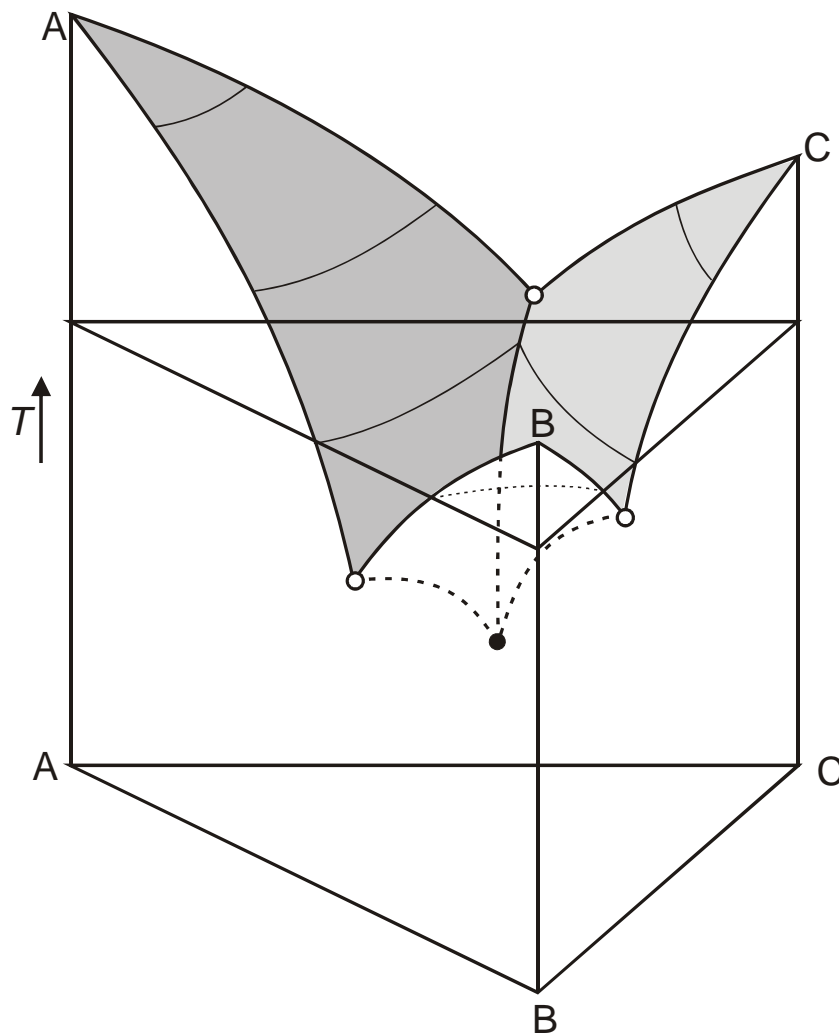
a) masu isparene vode pri 100 °C i sastav preostale otopine prije:

1. pojave čvrste faze
2. početka istovremenog izdvajanja obiju soli

b) masu izdvojene soli i sastav preostale otopine nakon isparavanja 95 % vode iz početne otopine (P_1)

c) masu KCl koju treba dodati početnoj otopini (P_1) da bi isparavanjem vode iz tako dobivene otopine (P_2) došlo do početka istovremenog izdvajanja obiju soli

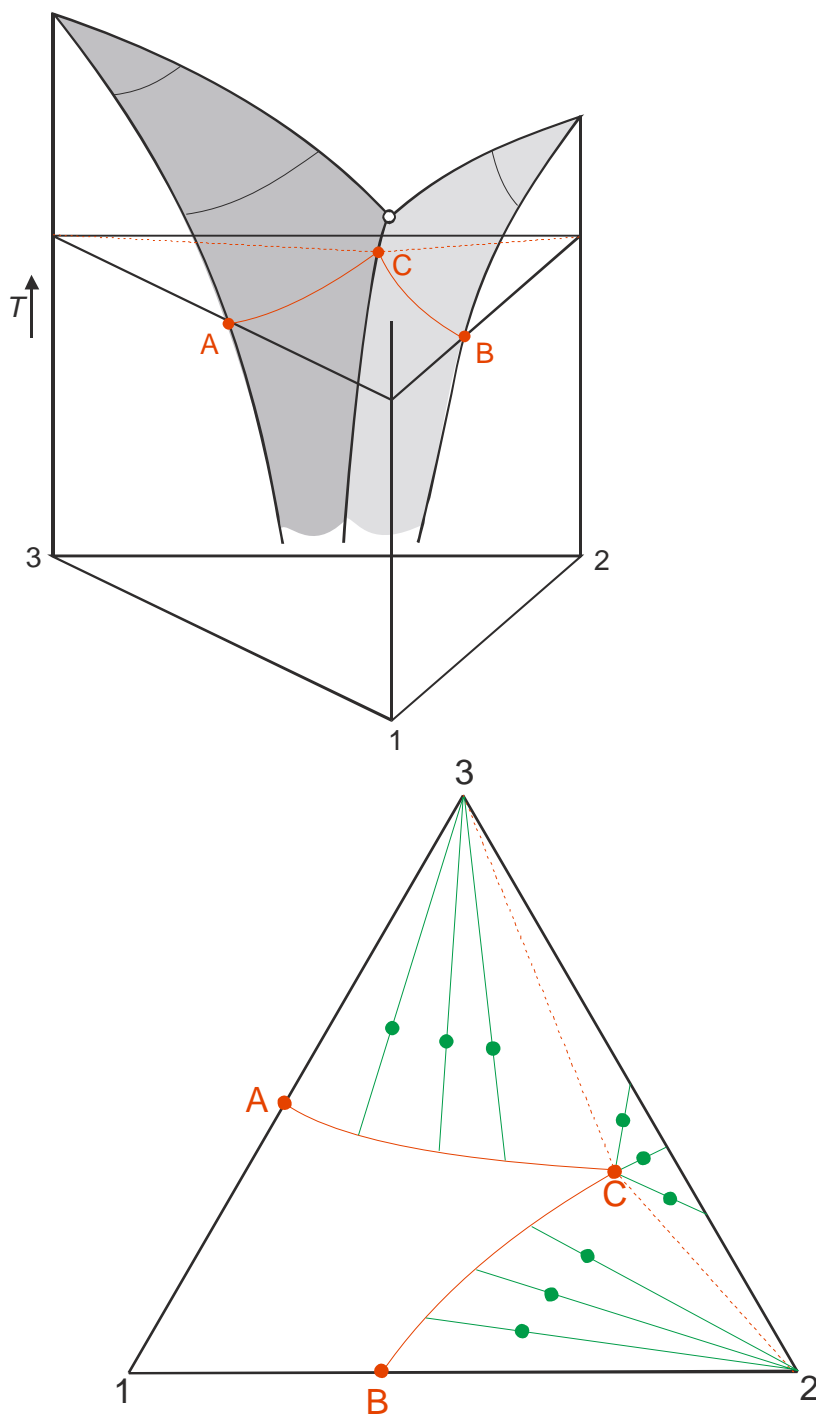
PRIZMATIČNI DIJAGRAM



- binarni eutektik
- ternarni eutektik
- eutektički kanal
- enadnba plohe (Schröder)

$$x_i^L = \frac{1}{\gamma_i^L} \exp \left[\frac{\Delta h_i^{\text{talj}}}{R} \left(\frac{1}{T^{\text{talj}}} - \frac{1}{T} \right) \right]$$

PRIZMATIČNI DIJAGRAM (DVIJE KRUTINE I OTAPALO)



- linije topljivosti (BC, AC)
- eutonička točka (C)

Crtanje faznog dijagrama

Komponente:

H₂O(1)

NaCl(2)

KCl(3)

Točka B:

$$w_1 = 100 - 39,4 \% = 60,6 \%$$

$$w_2 = 39,4 \%$$

$$w_3 = 0 \%$$

Točka A:

$$w_1 = 100 - 56,2 \% = 43,8 \%$$

$$w_2 = 0 \%$$

$$w_3 = 56,2 \%$$

Točka C (eutonička)

$$w_1 = 100 - 27,3 \% - 35,3 \% = 37,4 \%$$

$$w_2 = 27,3 \%$$

$$w_3 = 35,3 \%$$

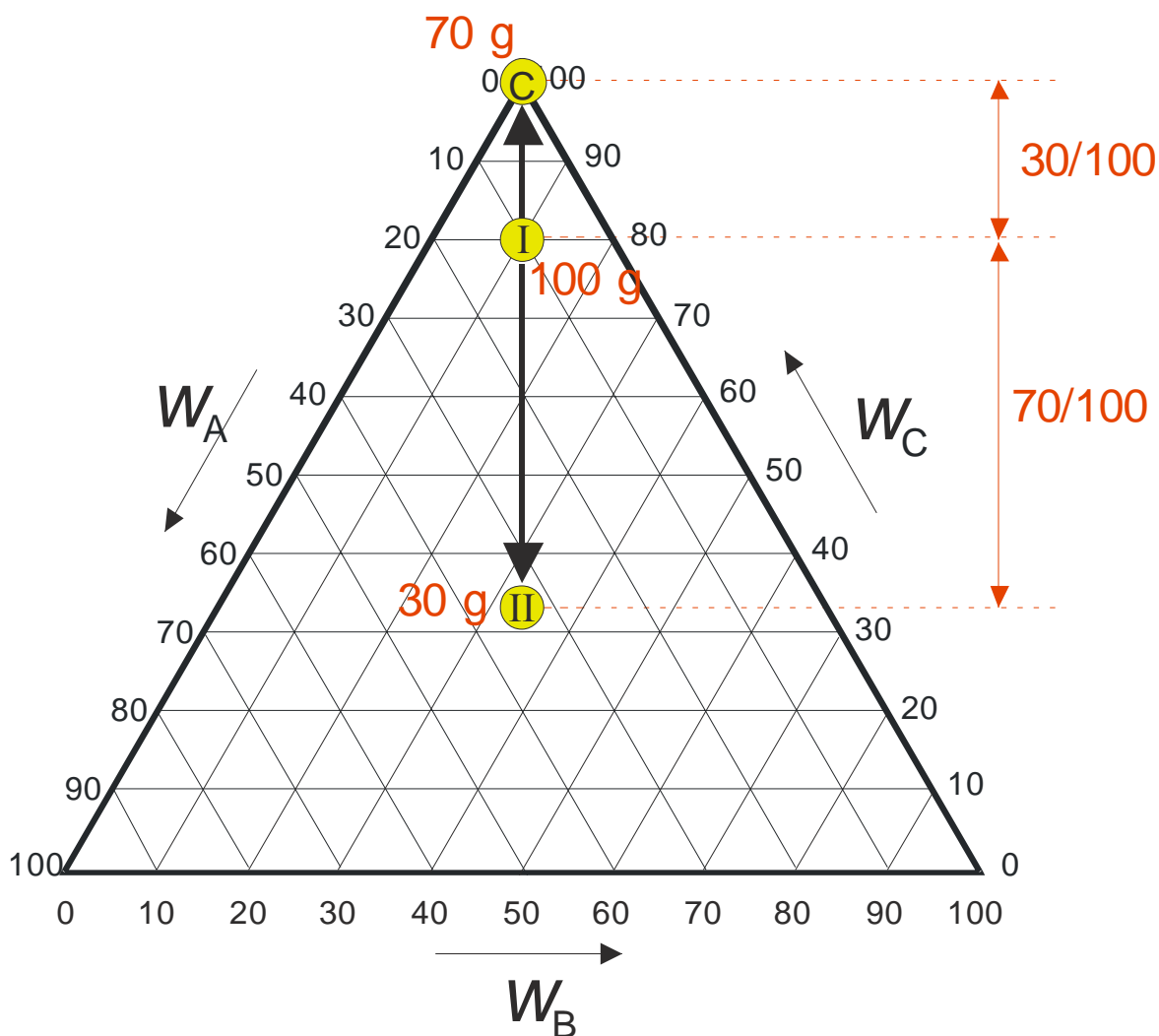
Linije topljivosti su pravci:

a) Za otopinu (P_1) početnog sastava 10 kg KCl, 20 kg NaCl i 100 kg H_2O treba izračunati: masu isparene vode pri 100 °C i sastav preostale otopine prije:

1. pojave čvrste faze

2. početka istovremenog izdvajanja obiju soli

Linija isparavanja vode (linija razmješavanja)



a) Za otopinu (P_1) početnog sastava 10 kg KCl, 20 kg NaCl i 100 kg H_2O treba izračunati masu isparene vode pri 100 °C i sastav preostale otopine prije:

1. pojave čvrste faze

2. početka istovremenog izdvajanja obiju soli

Točka P_1 :

$$m_1 = 100 \text{ kg} \quad w_1 = 100 / (100 + 20 + 10) = 76,92 \%$$

$$m_2 = 20 \text{ kg} \quad w_2 = 20 / (100 + 20 + 10) = 15,39 \%$$

$$m_3 = 10 \text{ kg} \quad w_3 = 10 / (100 + 20 + 10) = 7,69 \%$$

Točka P_2 (pojava čvrste faze – NaCl)

$$m_1 = ? \quad w_1 = 49,6 \%$$

$$m_2 = 20 \text{ kg} \quad w_2 = 33,7 \%$$

$$m_3 = 10 \text{ kg} \quad w_3 = 16,7 \%$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{w_1}{w_2} \Rightarrow m_1 = m_2 \frac{w_1}{w_2} = 20 \cdot \frac{49,6}{33,7} = 29,44 \text{ kg}$$

Vode je isparilo:

$$m = 100 - 29,44 = 70,56 \text{ kg}$$

Točka P_3 (pojava obiju soli – NaCl i KCl)

$$m_1 = ? \quad w_1 = 26,0 \%$$

$$m_2 = 20 \text{ kg} \quad w_2 = 49,7 \%$$

$$m_3 = 10 \text{ kg} \quad w_3 = 24,3 \%$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{w_1}{w_2} \Rightarrow m_1 = m_2 \frac{w_1}{w_2} = 20 \cdot \frac{26,0}{49,7} = 10,46 \text{ kg}$$

Vode je isparilo:

$$m = 100 - 10,46 = 89,54 \text{ kg}$$

b) Za otopinu (P_1) početnog sastava 10 kg KCl, 20 kg NaCl i 100 kg H_2O treba izračunati masu izdvojene soli i sastav preostale otopine nakon isparavanja 95 % vode iz početne otopine (P_1)

Točka P_1 :

$$m_1 = 100 \text{ kg} \quad w_1 = 100 / (100 + 20 + 10) = 76,92 \%$$

$$m_2 = 20 \text{ kg} \quad w_2 = 20 / (100 + 20 + 10) = 15,39 \%$$

$$m_3 = 10 \text{ kg} \quad w_3 = 10 / (100 + 20 + 10) = 7,69 \%$$

Masa isparene vode

$$m = 0,95 \cdot 100 = 95 \text{ kg}$$

Masa preostale vode

$$m = 100 - 95 = 5 \text{ kg}$$

Točka P_2 :

$$m_1 = 5 \text{ kg} \quad w_1 = 5 / (5 + 20 + 10) = 14,29 \%$$

$$m_2 = 20 \text{ kg} \quad w_2 = 20 / (5 + 20 + 10) = 57,14 \%$$

$$m_3 = 10 \text{ kg} \quad w_3 = 10 / (5 + 20 + 10) = 28,57 \%$$

Točka P_2 razdvaja se na eutoničku otopinu i smjesu dviju soli sastava P_3 :

$$m_1 = 0 \quad w_1 = 0 \%$$

$$m_2 = ? \quad w_2 = 75,8 \%$$

$$m_3 = ? \quad w_3 = 24,2 \%$$

Izračunat će se prvo masa eutoničke otopine C:

$$m_1 = 5 \text{ kg} \quad w_1 = 37,4 \%$$

$$m_2 = ? \quad w_2 = 27,3 \%$$

$$m_3 = ? \quad w_3 = 35,3 \%$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{w_2}{w_1} \Rightarrow m_2 = m_1 \frac{w_2}{w_1} = 5 \cdot \frac{27,3}{37,4} = 3,65 \text{ kg}$$

$$\frac{m_3}{m_1} = \frac{w_3}{w_1} \Rightarrow m_3 = m_1 \frac{w_3}{w_1} = 5 \cdot \frac{35,3}{37,4} = 4,72 \text{ kg}$$

Razlika masa točke P₂ i eutoničke otopine daje mase isparenih soli:

$$m_2 = 20 - 3,65 = 16,35 \text{ kg}$$

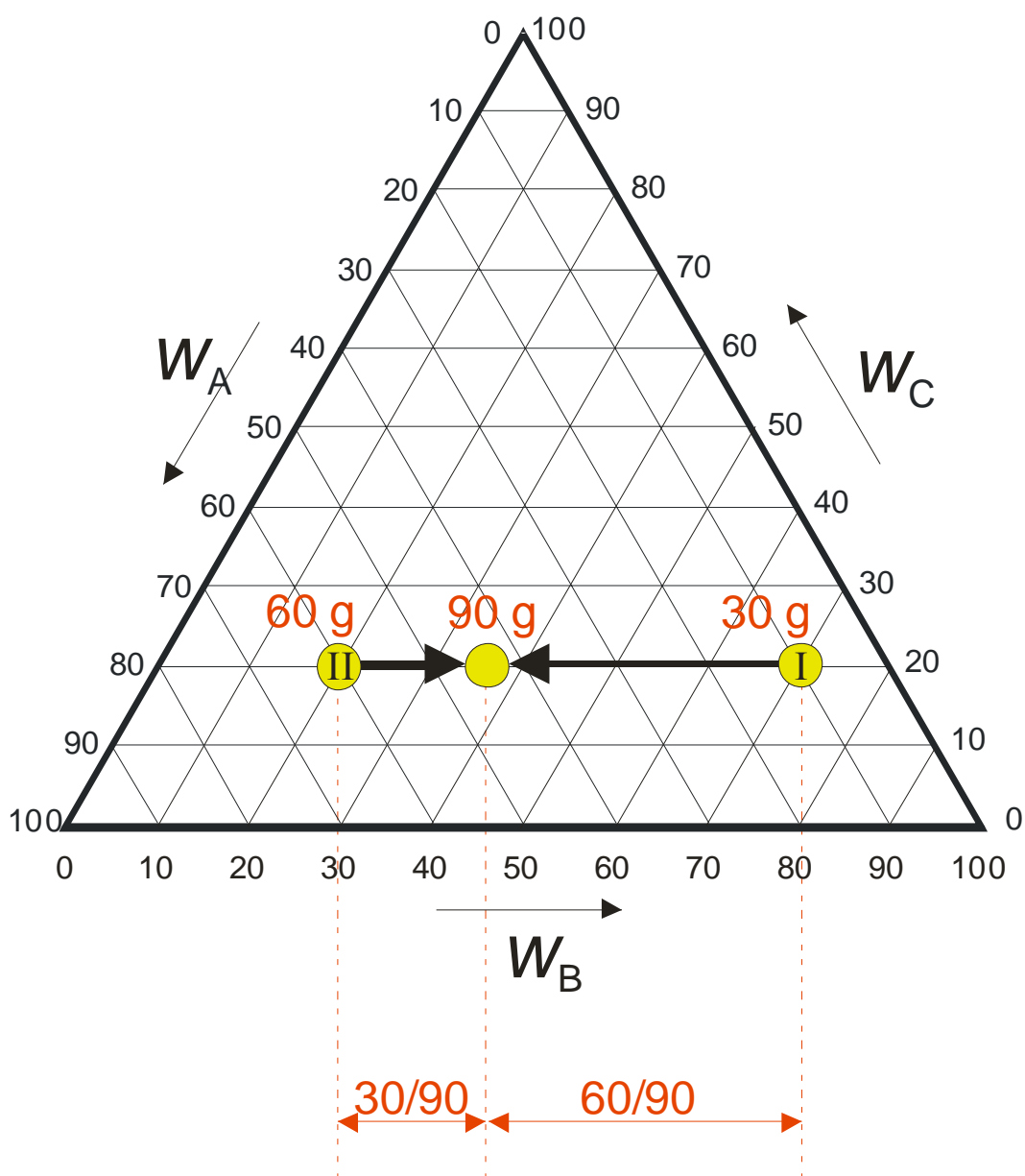
$$m_3 = 10 - 4,72 = 5,28 \text{ kg}$$

Ukupna masa isparenih soli je:

$$m = 16,35 + 5,28 = 21,63 \text{ kg}$$

c) Za otopinu (P_1) početnog sastava 10 kg KCl, 20 kg NaCl i 100 kg H_2O treba izračunati masu KCl koju treba dodati početnoj otopini (P_1) da bi isparavanjem vode iz tako dobivene otopine (P_2) došlo do početka istovremenog izdvajanja obiju soli

Linija dodavanja soli (linija miješanja)



c) Za otopinu (P_1) početnog sastava 10 kg KCl, 20 kg NaCl i 100 kg H_2O treba izračunati masu masu KCl koju treba dodati početnoj otopini (P_1) da bi isparavanjem vode iz tako dobivene otopine (P_2) došlo do početka istovremenog izdvajanja obiju soli

Točka P_1 :

$$m_1 = 100 \text{ kg} \quad w_1 = 100 / (100 + 20 + 10) = 76,92 \%$$

$$m_2 = 20 \text{ kg} \quad w_2 = 20 / (100 + 20 + 10) = 15,39 \%$$

$$m_3 = 10 \text{ kg} \quad w_3 = 10 / (100 + 20 + 10) = 7,69 \%$$

Točka P_2 nalazi se na sjecištu:

- linije P_1-3 : dodavanje čistog KCl
- linije $1-C$: isparavanjem vode dolazi se do eutoničke točke (istovremeno izdvajanje obiju soli)

Točka P_2 :

$$m_1 = 100 \text{ kg} \quad w_1 = 68,8 \%$$

$$m_2 = 20 \text{ kg} \quad w_2 = 13,5 \%$$

$$m_3 = ? \quad w_3 = 17,7 \%$$

$$\frac{m_3}{m_1} = \frac{w_3}{w_1} \Rightarrow m_3 = m_1 \frac{w_3}{w_1} = 100 \cdot \frac{17,7}{68,8} = 25,73 \text{ kg}$$

Masa dodanog KCl je razlika dviju masa

$$m_2 = 25,73 - 10 = 15,73 \text{ kg}$$