

Termobøring 8

Kjapp teori

1) Raoults lov: $P_i = x_i P_i^*$

Kan brukes til å finne partialtrykket til en komponent over en blanding/løsning

Henrys lov: $P_i = k_H' m_i$

Sammenheng mellom partialtrykk over en væske og mengde gass oppløst i væsken

2) Boblepunktslinje: Skillet mellom ren væskefase og blanding av gass og væske

Duggpunktlinje: Skillet mellom gassfase og tofaseområdet

3) Vekstangsregelen beskriver hvordan forholdet mellom antall mol gass og væske avhenger av molfraksjonene til komponentene i gassen og væsken (holder med én av dem)

Oppgave 1

1) $T = 137^\circ\text{C}$, $P_{\text{tot}} = 1 \text{ atm}$, $P_K^* = 1,136 \text{ atm}$, $P_B^* = 0,596 \text{ atm}$

Raoults lov

$$P_{\text{tot}} = P_K + P_B = X_K P_K^* + X_B P_B^* = X_K P_K^* + (1 - X_K) P_B^*$$

$$\Rightarrow X_K = \frac{P_{\text{tot}} - P_B^*}{P_K^* - P_B^*} = \frac{1 \text{ atm} - 0,596 \text{ atm}}{1,136 \text{ atm} - 0,596 \text{ atm}}$$

$$\underline{X_K = 0,748} \quad (\text{K er klorbenzen})$$

Blandingen er 74,8% klorbenzen og 25,2% brombenzen

2) Raoult's lov

$$P_K = X_K P_K^* = 0,748 \cdot 1,136 \text{ atm} = 0,850 \text{ atm}$$

$$P_B = X_B P_B^* = 0,252 \cdot 0,596 \text{ atm} = 0,150 \text{ atm}$$

$$y_K = \frac{P_K}{P_{\text{tot}}} = \frac{0,850 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} = 0,850$$

$$y_B = \frac{P_B}{P_{\text{tot}}} = \frac{0,150 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} = 0,150$$

$$\underline{y_K = 0,850, y_B = 0,150}$$

3) $X_K = X_B = 0,5$

$$\Rightarrow P_{\text{tot}} = 0,5 \cdot 1,136 \text{ atm} + 0,5 \cdot 0,596 \text{ atm}$$

$$\underline{P_{\text{tot}} = 0,866 \text{ atm}}$$

$$y_K = \frac{X_K P_K^*}{P_{\text{tot}}} = \frac{0,5 \cdot 1,136 \text{ atm}}{0,866 \text{ atm}} = 0,656$$

$$y_B = \frac{X_B P_B^*}{P_{\text{tot}}} = \frac{0,5 \cdot 0,596 \text{ atm}}{0,866 \text{ atm}} = 0,344$$

$$\underline{y_K = 0,656, y_B = 0,344}$$

4) Fra 1): $P_{\text{tot}} = X_K P_K^* + (1 - X_K) P_B^*$

$$P_{\text{tot}} = P_B^* + (P_K^* - P_B^*) X_K$$

$$P_{\text{tot}} = 0,596 \text{ atm} + 0,540 \text{ atm} \cdot X_K$$

$\Rightarrow$ Der som P_{tot} øker, må også X_K øke.

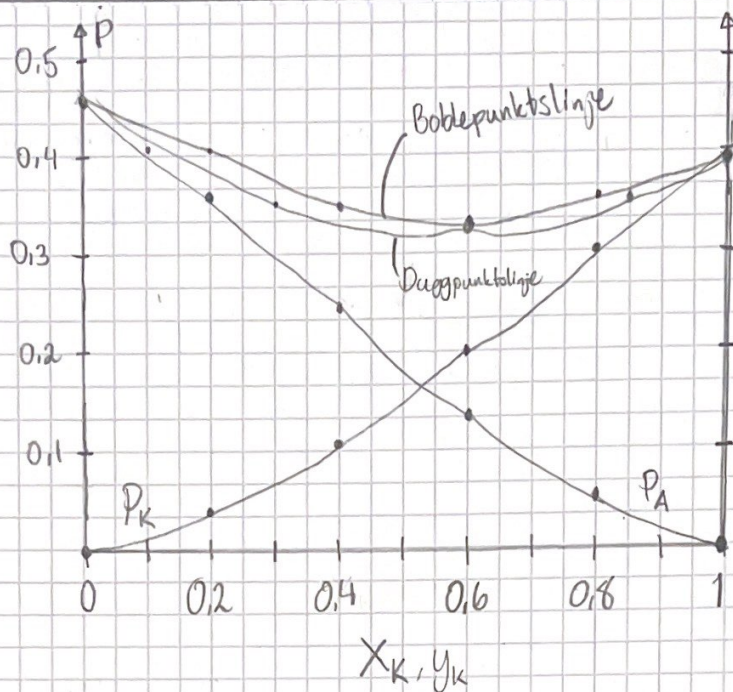
$$\Rightarrow \underline{X_K \text{ vil øke hvis } P_{\text{tot}} \rightarrow 0,8 \text{ atm}}$$

$$P_{\text{tot}} = 0,8 \text{ atm} = 0,596 \text{ atm} + 0,540 \text{ atm} \cdot X_K$$

$$\Rightarrow \underline{X_K = 0,378, X_B = 0,622}$$

Oppgave 2

1)



Boblepunktslinje $P = P_K + P_A$

Duggpunktslinje plottes P_{tot} mot $y_K \cdot y_K = \frac{P_K}{P_{\text{tot}}}$

x_K	P_{tot}	y_K
0	0,459	0
0,2	0,405	0,11
0,4	0,353	0,31
0,6	0,332	0,60
0,8	0,356	0,84
1	0,391	1

Ved $x_K = 0,6, y_K = 0,6$

$\Rightarrow y_K = 0,6, y_A = 0,4$

2) For reelle blandinger: $a_i = \frac{P_i}{P^0} = y_i x_i \Rightarrow y_i = \frac{P_i}{P^0 x_i}$

Velger $T = 35^\circ\text{C}$ og $P^0 = P^*$ for begge komponenter (rene) som standardtilstand.

$$x_K = 0,4$$

$$x_A = 1 - 0,4 = 0,6$$

$$P_K^* = 0,391$$

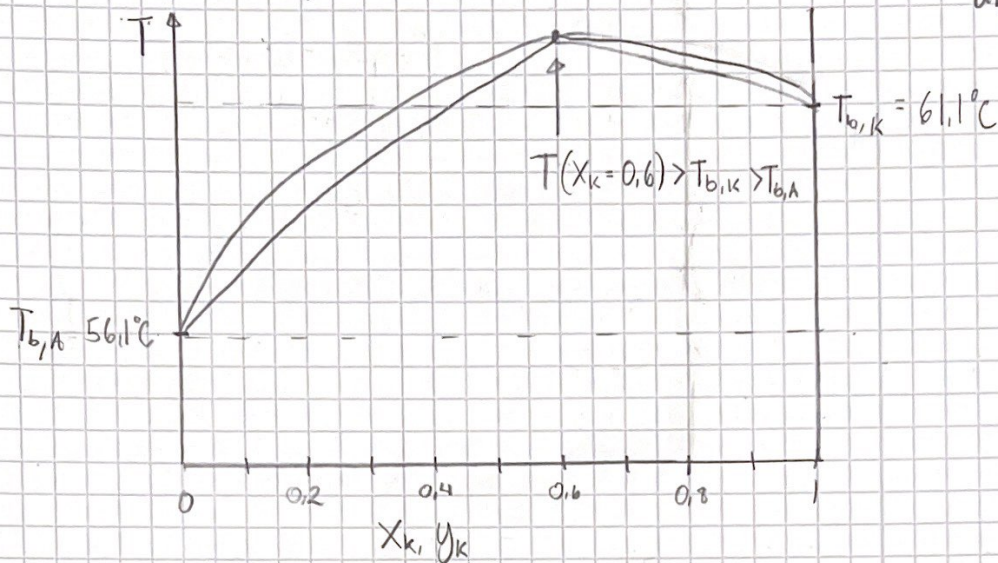
$$P_A^* = 0,459$$

$$y_K = \frac{0,109}{0,4 \cdot 0,391}$$

$$y_A = \frac{0,244}{0,6 \cdot 0,459}$$

$$\underline{y_K = 0,697, y_A = 0,886}$$

- 3) T-x diagrammet vis se ut som p-x-diagrammet for bidepunktlinje og duggpunktlinje, opp-ned. (På grunn av annen skalering ser den annerledes ut)



- 4) $n_k = 3.0 \text{ mol}$ og $x_k = 0.2 \Rightarrow n_k = 0.6 \text{ mol}$ og $n_A = 2.4 \text{ mol}$
ved $x_k = 0.6$ er blandingen en azeotrop, og komponentene kan ikke separeres. Destillerer ut ren acetone frem til $x_k = 0.6$.

$$x_k = 0.6 \Rightarrow \frac{0.6 \text{ mol}}{(0.6 + n_A) \text{ mol}} = 0.6 \Rightarrow n_A = 0.4 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \underline{\text{Menge acetone destillert} = 2.4 \text{ mol} - 0.4 \text{ mol} = 2.0 \text{ mol}}$$

$$n_k = 3.0 \text{ mol} \text{ og } x_k = 0.8 \Rightarrow n_k = 2.4 \text{ mol} \text{ og } n_A = 0.6 \text{ mol}$$

Destillerer ut ren kloroform ved å fordampe væsken. Acetone igjen i gassfase, mens kloroform kondenserer frem til blandingen blir azeotrop ved $x_k = 0.6 \Rightarrow y_k = 0.6$ (fra 2.1)

Siden n_A er konstant, vil

$$y_k = 0.6 = \frac{n_k}{n_k + 0.6} \Rightarrow 0.6 n_k + 0.36 = n_k$$

$$0.4 n_k = 0.36$$

$$\underline{n_k = 0.9 \text{ mol}}$$

$$\underline{\text{Menge kloroform fjernet fra dampen er } 2.4 \text{ mol} - 0.9 \text{ mol} = 1.5 \text{ mol}}$$

Oppgave 3

1) Ideell blanding

$$\Delta_{\text{vap}}H_A = 21 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_{\text{vap}}H_B = 30 \text{ kJ/mol}$$

$$X_A = 0.25$$

$$y_A = 0.5$$

$$\text{Siden } P_A = y_A \cdot P_{\text{tot}}, \text{ og } y_A = 0.5 = y_B$$

$$\Rightarrow P_A = P_B$$

Ved Raoult's lov:

$$P_A^* X_A = P_B^* X_B$$

$$\frac{P_A^*}{P_B^*} = \frac{X_B}{X_A} = \frac{1-0.25}{0.25} = 3$$

$$\underline{\underline{\frac{P_A^*}{P_B^*} = 3}}$$

2) Har $T_1 = 25^\circ\text{C} = 298\text{K}$ og $T_2 = 373\text{K}$

Clausius-Clapeyron for fordamping av ren væske:

$$\ln\left(\frac{P_2^*}{P_1^*}\right) = \frac{\Delta_{\text{vap}}H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \Rightarrow P_2^* = P_1^* \exp\left(\frac{\Delta_{\text{vap}}H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right)$$

For blanding med partieltrykk P_2^A og P_2^B ved T_2 ; og P_1^A og P_1^B ved T_1 :

$$\Rightarrow \frac{P_2^A}{P_2^B} = \frac{P_1^A \cdot \exp\left(\frac{\Delta_{\text{vap}}H_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right)}{P_1^B \cdot \exp\left(\frac{\Delta_{\text{vap}}H_B}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right)} = \frac{X_1^A P_1^*}{X_1^B P_1^*} \exp\left(\frac{\Delta_{\text{vap}}H_A - \Delta_{\text{vap}}H_B}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right) = 3 \text{ (fra 3.1)}$$

Raoult's lov

$$\frac{P_2^A}{P_2^B} = 3 \cdot \frac{0.25}{0.75} \exp\left(\frac{21000 - 30000}{8.314} \cdot \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{373}\right)\right) = 0.4817$$

$$\Rightarrow P_2^A = 0.4817 P_2^B$$

$$y_2^A = \frac{P_2^A}{P_2^A + P_2^B} = \frac{0.4817 P_2^B}{0.4817 P_2^B + P_2^B} = \frac{0.4817}{1.4817} = 0.325 = 32.5\%$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\text{Prosentinnhold av A i gassfasen er } 32.5\%}}$$