

Príklad:

Tlak pár čistého benzénu a čistého toluénu pri 25 °C je 95,1 mm Hg a 28,4 mm Hg. Majme roztok, v ktorom sú molárne zlomky benzénu a toluénu rovné 0,5. Aké sú parciálne tlaky benzénu a toluénu v plynnom skupenstve nad týmto roztokom? Aký je celkový tlak pár?

$$P_{\text{benz}} = x_{\text{benz}} P_{\text{benz}}^* = 0.500 \times 95.1 \text{ mmHg} = 47.6 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{tol}} = x_{\text{tol}} P_{\text{tol}}^* = 0.500 \times 28.4 \text{ mmHg} = 14.2 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{total}} = P_{\text{benz}} + P_{\text{tol}} = 47.6 \text{ mmHg} + 14.2 \text{ mmHg} = 61.8 \text{ mmHg}$$

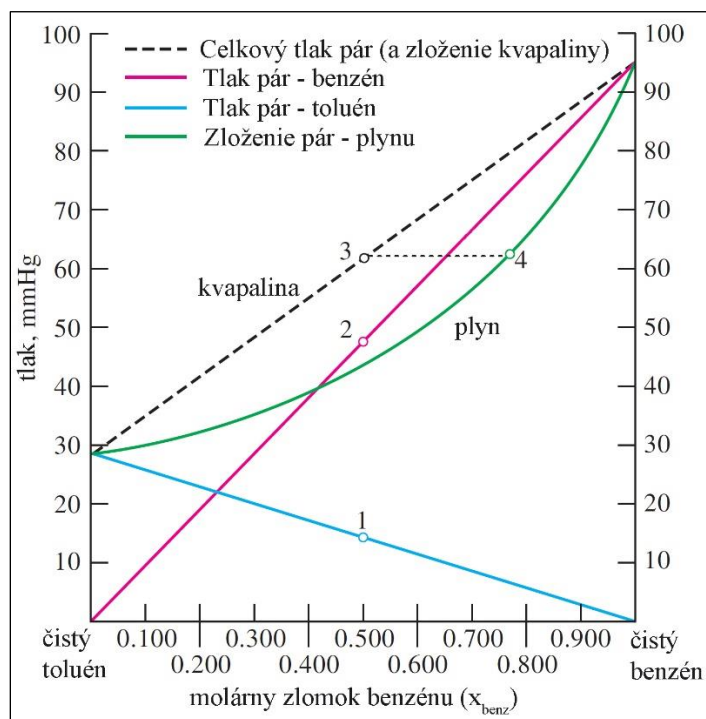
Aké je zloženie pary (plynu) v rovnováhe s kvapalným roztokom benzénu a toluénu?

Z predchádzajúceho príkladu poznáme tlak pár čistého benzénu a čistého toluénu. Parciálne tlaky pár sme už vypočítali; teraz musíme použiť molárny zlomok. Pomer parciálneho tlaku k celkovému tlaku je molárny zlomok danej zložky v plynnom skupenstve. Molárne zlomky zloženia plynu sú:

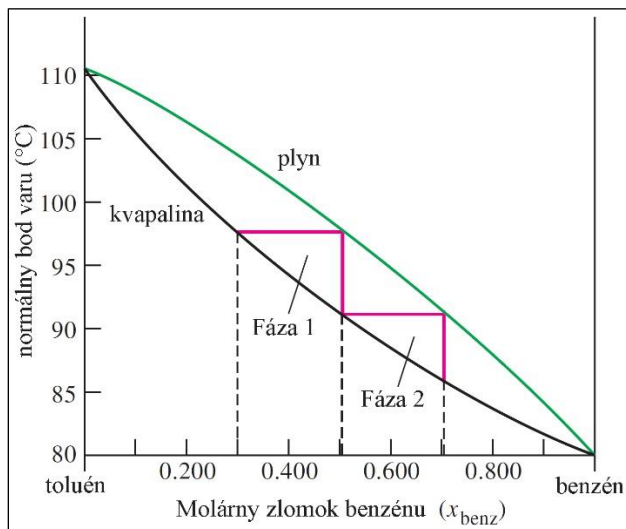
$$x_{\text{benz}} = \frac{P_{\text{benz}}}{P_{\text{total}}} = \frac{47.6 \text{ mmHg}}{61.8 \text{ mmHg}} = 0.77$$

$$x_{\text{tol}} = \frac{P_{\text{tol}}}{P_{\text{total}}} = \frac{14.2 \text{ mmHg}}{61.8 \text{ mmHg}} = 0.23$$

Molárny zlomok benzénu v plyne je 0,77, zatiaľ čo v kvapaline má molárny zlomok benzénu hodnotu 0,5. Pre toluén je molárny zlomok v pare 0,23, zatiaľ čo v kvapaline je 0,5. Rozdiel hodnôt molárnych zlomkov pary spôsobený rozdielnym tlakom pár dvoch zložiek. Ide o dôležitý koncept, ktorý nachádza uplatnenie pri frakčnej destilácii.



Z grafu zobrazeného vyššie vyplýva, že plynné skupenstvo v rovnováhe s roztokom bude bohatšie na benzén, napriek tomu, že roztok obsahuje rovnaký podiel oboch zložiek. Molárny zlomok pre benzén v plynnom skupenstve je 0,77 (bod 4). Rozdiel medzi zložením kvapaliny a pary v danom bode ilustruje prerušovaná spojovacia čiara. Zo znázornenia kriviek pre kvapalinu a paru vyplýva, že pre ideálne roztoky dvoch zložiek je plynná fáza bohatšia na prchavejšiu zložku ako kvapalná.



Odlíšne znázornenie získame keď na zvislú os vynesieme bod varu zmesi (benzénu a toluénu) a k nemu prislúchajúce zloženie kvapalnej a plynnej fázy. Graf začína pri vysokej teplote – bode varu toluénu – a končí pri nižšej teplote – bode varu benzénu. Ide teda o opačnú situáciu ako v predchádzajúcom prípade, pričom aj krivka pary sa nachádza nad krivkou kvapaliny a nie pod ňou. Zo znázornenia vidno, že roztok s $x_A = 0,3$ benzénu a toluénu sa varí pri teplote $98,6\text{ °C}$ a je v rovnováhe s parou, v ktorej je $x_A = 0,51$ benzénu. Predstavme si, že časť tejto pary extrahujeme a ochladíme ju do bodu, kde kondenzuje. Nová kvapalina bude mať $x_A = 0,51$ benzénu predstavuje záver 1. fázy. Teraz si predstavte opakovanie procesu, teda odparovanie roztoku s $x_A = 0,51$ pre benzén a jej kondenzáciu. Nová kvapalina na konci 2. fázy má $x_A = 0,71$. Opakovaním cyklu sa para postupne obohacuje o benzén. Vriace roztoky v rovnováhe s parou sa šíria v rámci kolóny, nazývanej frakčná kolóna, v ktorej sa rovnovážne teploty pohybujú od najnižšej v hornej časti po najvyššiu v spodnej. Najprchavejšia zložka v roztoku vystupuje z hornej časti kolóny ako para, ktorá kondenzuje na kvapalinu a odstraňuje sa. Najmenej prchavá zložka sa koncentruje v nádobe v spodnej časti kolóny. Frakčná destilácia roztoku mnohých prchavých zložiek, ako je napríklad ropa, sa môže vykonať tak, že sa zložky odoberajú z hornej časti kolóny a kondenzujú jedna po druhej.