

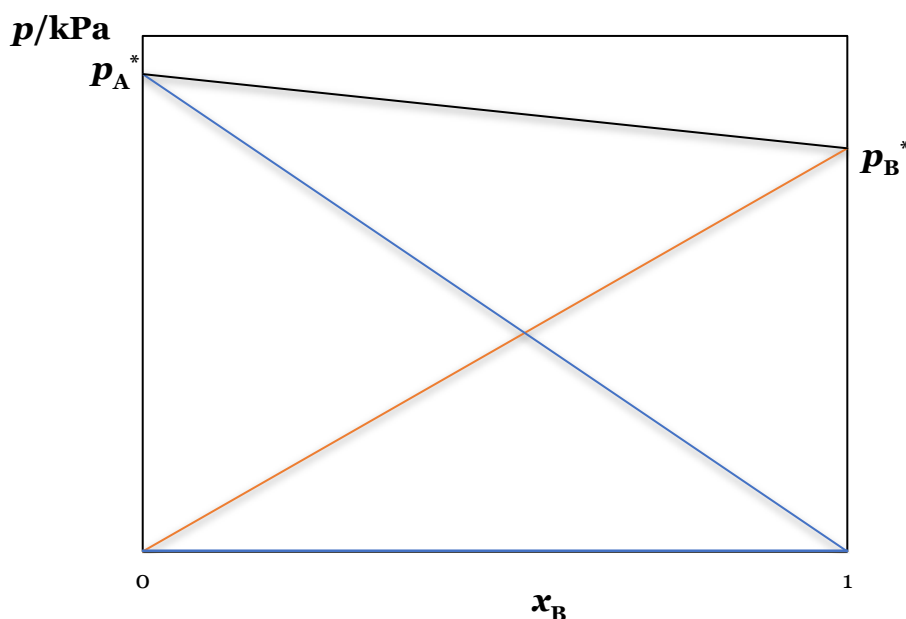
FÁZOVÉ ROVNOVÁHY

Důležité konstanty: $R = 8.314472 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Úkol č. 1

Načrtněte závislost tlaku čistých par na složení neomezeně mísitelné směsi dvou kapalin A a B za konstantní teploty a předpokladu ideálního chování, tj. Raoultův zákon.

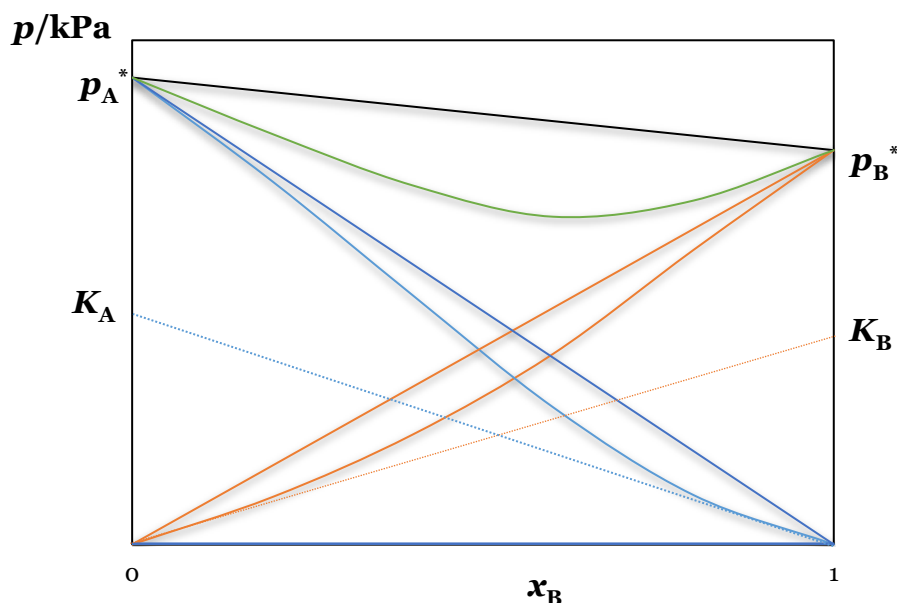
Řešení: Raoult: $p_A = x_A p_A^*$, $p_B = x_B p_B^*$, Dalton: $p = p_A + p_B$



Úkol č. 2

Načrtněte závislost tlaku čistých par na složení neomezeně mísitelné směsi dvou kapalin A a B za konstantní teploty a předpokladu ideálního chování s odchylkami od Raoultova zákona. Vyznačte Henryho konstanty.

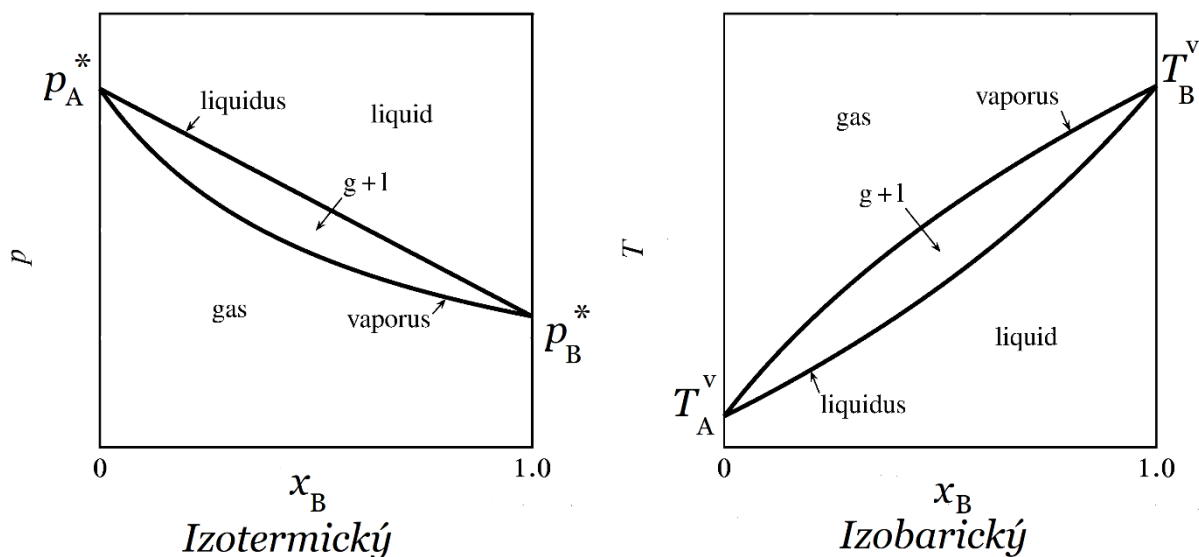
Řešení:



Úkol č. 3

Načrtněte izobarický a izotermický fázový diagram pro neomezeně mísitelnou směs kapalin A a B, které splňují Raoultův zákon s odchylkami od ideálního chování. Oba diagramy popište a diskutujte v čem se liší. Která ze složek je těkavější a co to znamená pro tenzi par?

Řešení:

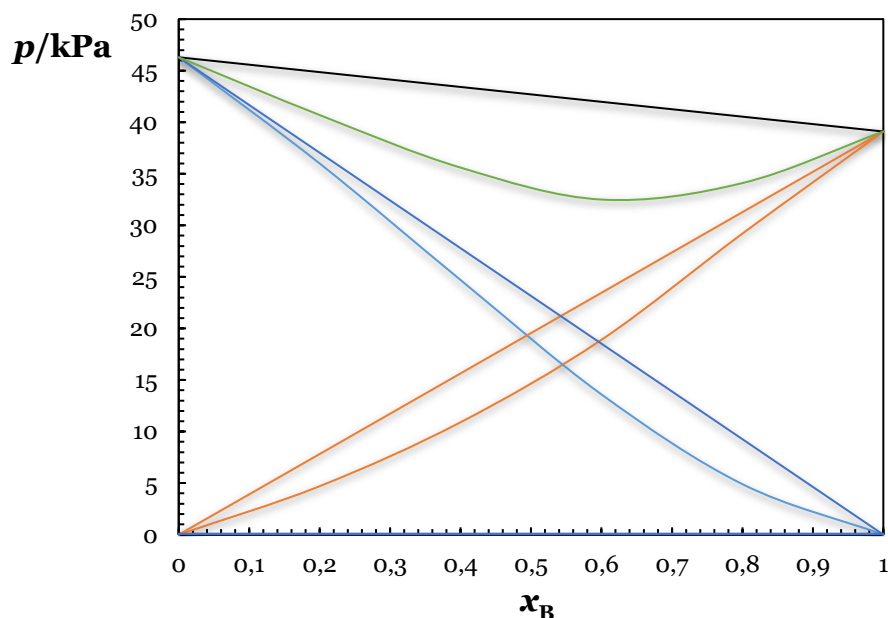


Těkavější složkou je ta, která vře při nižší teplotě (má nižší teplotu varu), tedy má vyšší tenzi nasycených par.

Úkol č. 4

x_B	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
p_B/kPa	0.0	4.7	10.9	18.9	29.2	39.1
p_A/kPa	46.3	36.0	24.7	13.6	4.9	0.0

Níže je sestaven graf závislosti tlaku nasycených par na složení kapaliny pro směs acetonu (A) a chloroformu (B) při teplotě 35 °C. Určete tenzi nasycených par pro čisté látky. Určete celkový tlak ekvimolární směsi z grafu a porovnejte jej s hodnotou vypočtenou z Raoultova zákona. O kolik % se liší reálná soustava od ideální?



Řešení: $p_A^* = 46.3 \text{ kPa}$, $p_B^* = 39.1 \text{ kPa}$

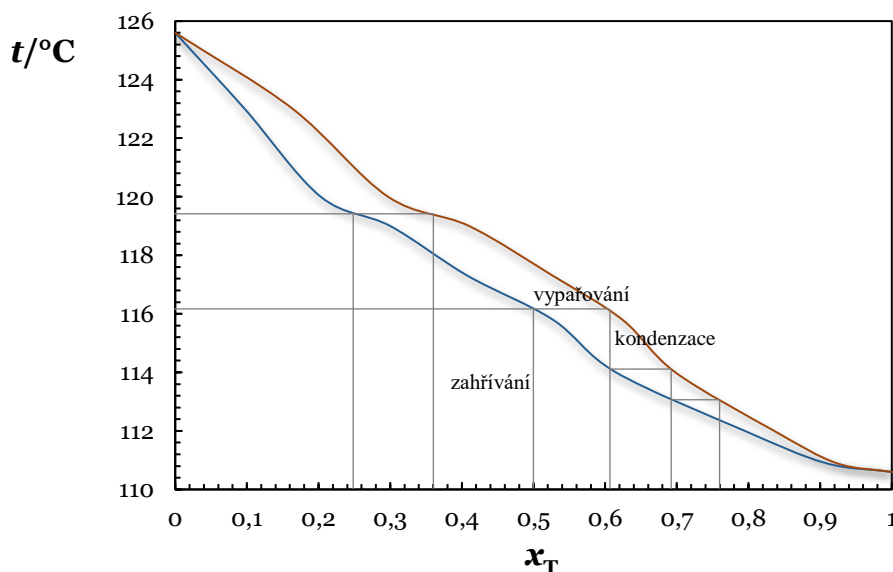
ekvimolární: $x_A = 0.5$, $x_B = 0.5$... $p = x_A p_A^* + x_B p_B^* = 42.7 \text{ kPa}$ (100 %) je celkový tlak, bude-li se směs chovat ideálně.

Směs se ovšem ideálně nechová, a tak celkový tlak odpovídá hodnotě přibližně 33.5 kPa (78 %), což je o 22 % nižší tlak oproti ideálnímu.

Úkol č. 5

$t/^\circ\text{C}$	110.9	112.0	114.0	115.8	117.3	119.0	120.0	123.0
x_T	0.908	0.795	0.615	0.527	0.408	0.300	0.203	0.097
y_T	0.923	0.836	0.698	0.624	0.527	0.410	0.297	0.164

Z výše uvedených experimentálních údajů je níže sestrojen fázový diagram pro směs oktanu (O) a toluenu (T). Odhadněte teploty varu čistých látek. Dále určete, která z látek je těkavější. Odhadněte složení páry, jestliže kapalina má složení $x_T = 0.25$ a pro $x_O = 0.25$. Znázorněte proces frakční destilace při počátečním složení $x_T = 0.50$, bude-li účinnost frakční kolony tři teoretická patra. Při jaké teplotě začne směs vřít? Pro každý krok znázorněte vypařování a kondenzaci a запиšte složení toluenu v obou fázích.



Řešení: T_v (toluen) = 110.6 °C, T_v (oktan) = 125.6 °C ... toluen je těkavější, neboť má nižší teplotu varu (vyšší tenzi nasycených par)

Složení páry: pro $x_T = 0.25$ je $y_T = 0.36$; pro $x_O = 0.25$ je $y_O = 0.82$

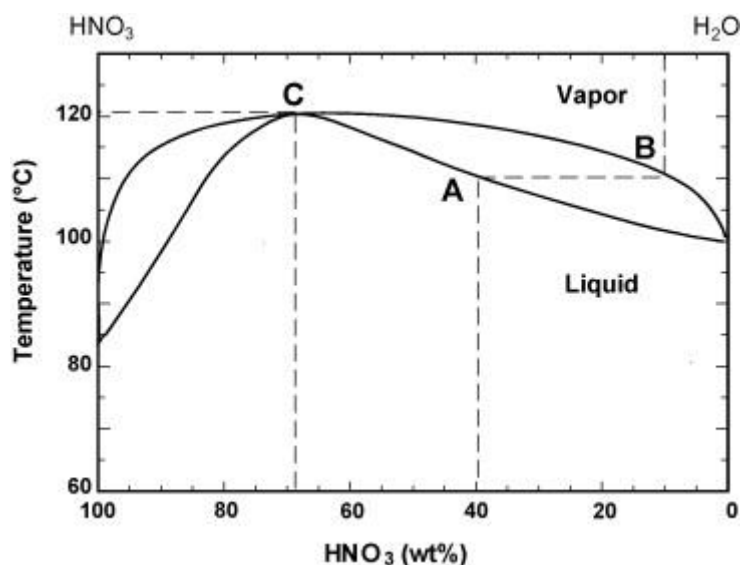
Odhadování je subjektivní, např. pro $x_T = 0.50$ je $y_T = 0.605$

pro $x_T = 0.605$ je $y_T = 0.695$

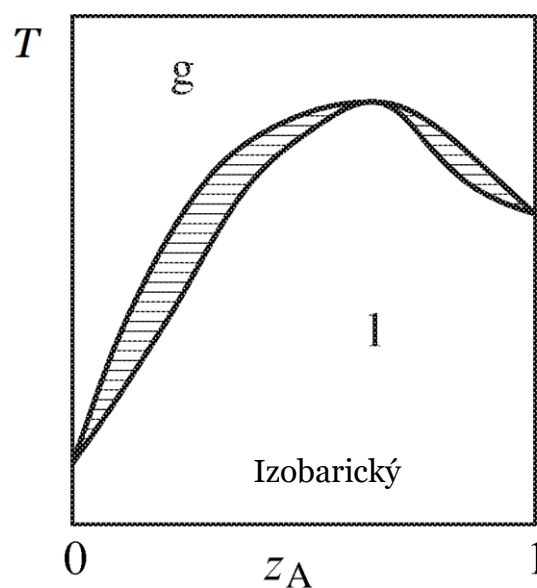
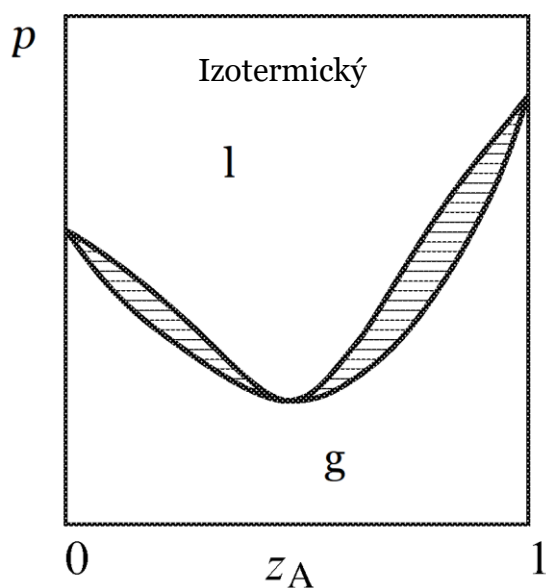
pro $x_T = 0.695$ je $y_T = 0.76$

Úkol č. 6

Azeotropy patří k soustavám, které nesplňují Raoultův zákon. Z izobarického fázového diagramu $\text{HNO}_3\text{--H}_2\text{O}$ odečtěte body varu čisté kyseliny a vody a bod varu a složení v maximu teploty varu této směsi, která tvoří azeotrop. Co to je azeotrop? Jak by vypadal izotermický fázový diagram? [T_v (HNO_3) = 83.0 °C (356.15 K), T_v (H_2O) = 100.0 °C (373.15 K); T_v ($\text{HNO}_3\text{--H}_2\text{O}$) = 120.5 °C (393.65 K), složení: 68 % HNO_3 .]

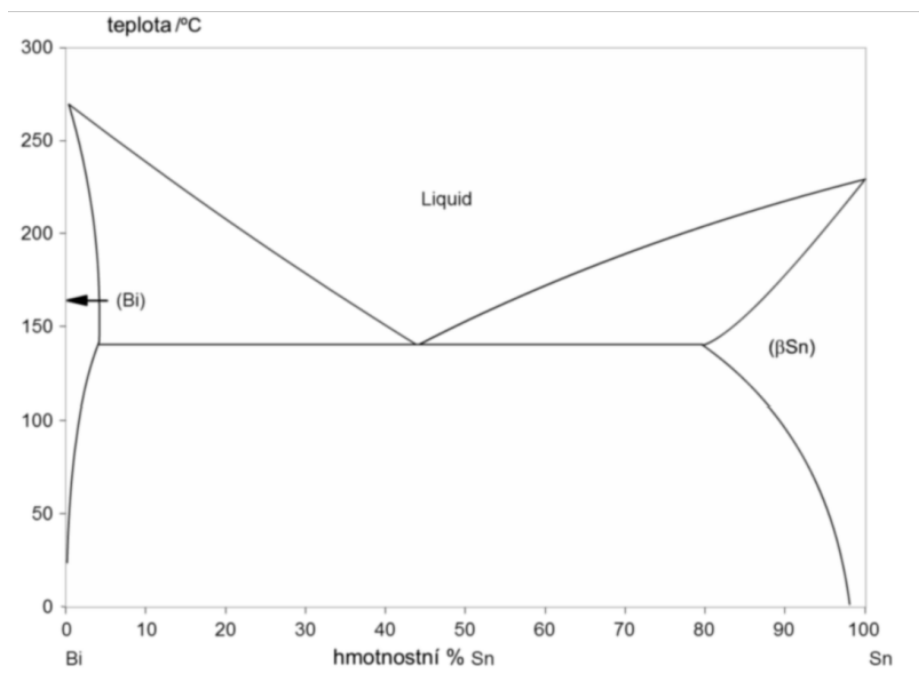


Řešení: Směs tvoří azeotrop právě tehdy, když je složení plynné fáze stejné jako kapalně. Složky nadále od sebe nelze destilací oddělit, čili další odpařování nevede ke změnám složení.



Úkol č. 7

Z fázového diagramu Bi–Sn odečtěte body tání čistého Bi a Sn a bod tání a složení eutektika. Co to je eutektikum? [$T_t(\text{Bi}) = 270 \text{ °C}$ (543.15 K), $T_t(\text{Sn}) = 230 \text{ °C}$ (503.15 K); $T_t(\text{Bi–Sn}) = 140 \text{ °C}$ (413.15 K), složení: 44 % Sn.]



Řešení: Eutektikum je taková směs tuhých látek, která má při daném složení nejnižší teplotu tuhnutí.