

# Opšti kurs fizičke hemije 2

## Zadaci I

Svojstva tečnog stanja,  
napon pare, tačka ključanja,  
ravnoteža faza,  
koligativne osobine

# Zadatak 1.

Odrediti maksimalni broj stepeni slobode u sistemu koji sadrži tri komponente.

# Zadatak 1.

Odrediti maksimalni broj stepeni slobode u sistemu koji sadrži tri komponente.

Rešenje:

$$C = 3, P = 1, F = C - P + 2 = 4$$

## Zadatak 2.

Odrediti maksimalni broj faza koje se mogu naći u ravnoteži u sistemu koji sadrži vodu i šećer.

## Zadatak 2.

Odrediti maksimalni broj faza koje se mogu naći u ravnoteži u sistemu koji sadrži vodu i šećer.

Rešenje:

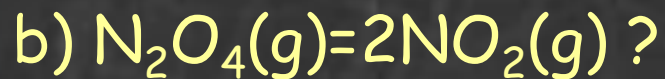
$$C = 2, P = ?$$

$$0 = 2 - P + 2$$

$$P = 4$$

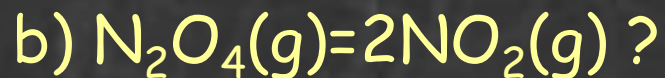
## Zadatak 3.

Koliko komponenata, faza i stepeni slobode ima u ravnotežnim sistemima:



## Zadatak 3.

Koliko komponenata, faza i stepeni slobode ima u ravnotežnim sistemima:



Rešenje:

a)  $C = 2, P = 3, F = C - P + 2 = 1$

b)  $C = 1, P = 1, F = C - P + 2 = 2$

## Zadatak 4.

U sistemu koji se sastoji od vodenog rastvora etanola u ravnoteži sa komadima leda odrediti broj faza (P), broj komponenata (C) i broj stepeni slobode (F).



## Zadatak 4.

U sistemu koji se sastoji od vodenog rastvora etanola u ravnoteži sa komadima leda odrediti broj faza (P), broj komponenata (C) i broj stepeni slobode (F).

Rešenje:

$$P = 2 \text{ (led i rastvor)}$$

$$C = 2 \text{ (voda i etanol)}$$

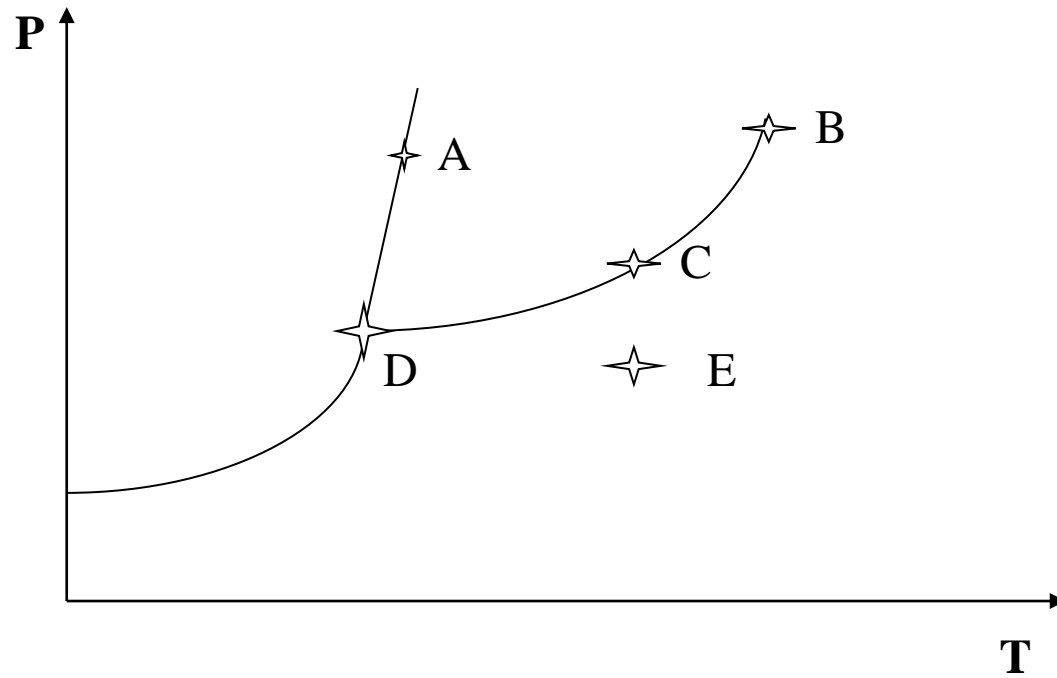
$$F = C - P + 1 = 1 \text{ (temperatura)}$$

## Zadatak 5.

Na sledećem faznom dijagramu, koji je iskaz pogrešan:

- a) Tačka A odgovara koegzistenciji čvrste i tečne faze.
- b) Tačka B odgovara kritičnoj tački.
- c) Tačka D odgovara koegzistenciji tri faze u ravnoteži.
- d) Kretanje od E do C izaziva kondenzaciju.
- e) Gustina čvrste faze je manja od gustine tečne faze.

# Zadatak 5.



## Rešenje:

Na sledećem faznom dijagramu, koji je iskaz pogrešan:

- a) Tačka A odgovara koegzistenciji čvrste i tečne faze.
- b) Tačka B odgovara kritičnoj tački.
- c) Tačka D odgovara koegzistenciji tri faze u ravnoteži.
- d) Kretanje od E do C izaziva kondenzaciju.
- e) Gustina čvrste faze je manja od gustine tečne faze.

## Zadatak 6.

Da li su sledeće tvrdnje tačne ili pogrešne:

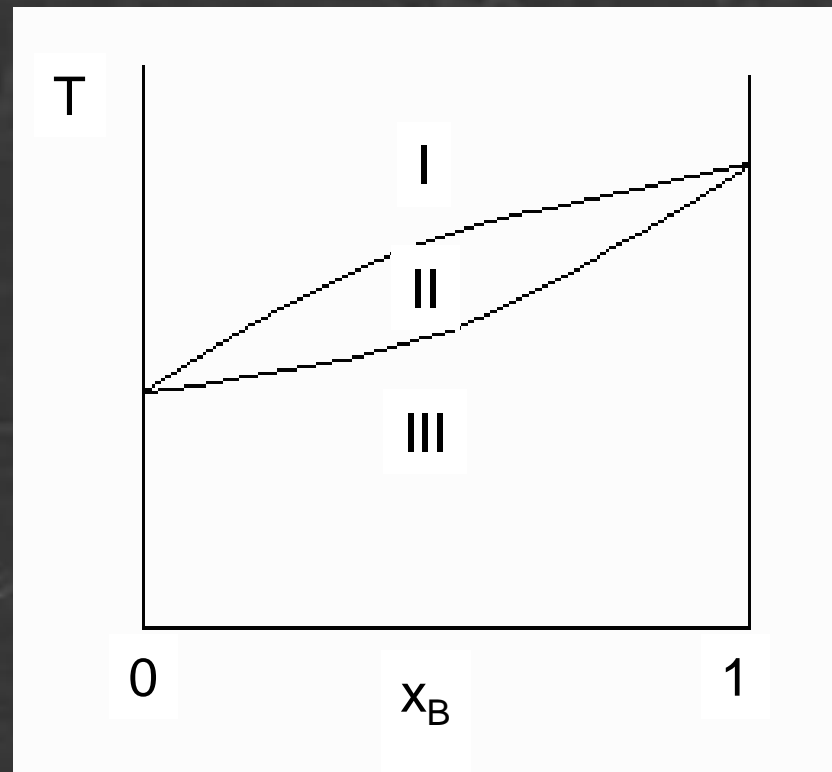
- u jednodokomponentnim sistemima maksimalni broj faza u ravnoteži je 3;
- jednačina  $dp/dT = \Delta H_m / (T \Delta V_m)$  je egzaktna;
- jednačina  $d \ln p / dT = \Delta H_m / (RT^2)$  je egzaktna;
- kada su u jednodokomponentnom sistemu tri faze u ravnoteži, tada jedna faza mora da bude u gasovitom, jedna u tečnom, a jedna u čvrstom stanju;
- u jednodokomponentnom sistemu u trojnoj tački je napon pare tečnosti jednak naponu pare čvrste supstance.

## Rešenje:

- a) tačno
- b) tačno
- c) pogrešno
- d) pogrešno
- e) tačno

## Zadatak 7.

Sistem sadrži komponente A i B. Razmotriti fazni dijagram (tečno-para) na slici i odgovoriti na pitanja:

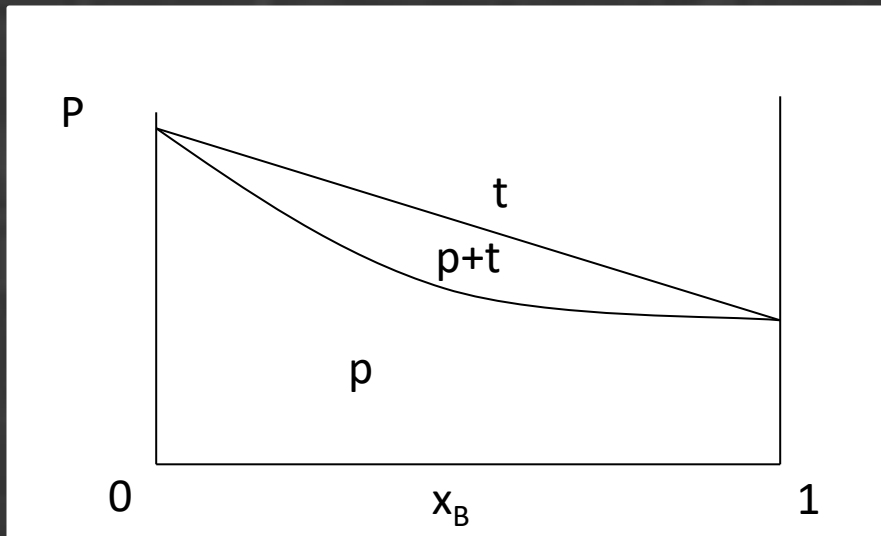


- a) Koja je komponenta isparljivija?
- b) Oblast I sadrži:
- c) Oblast II sadrži:
- d) Oblast III sadrži:
- e) Skicirati zavisnost  $p=f(x)$  na jednoj temperaturi.



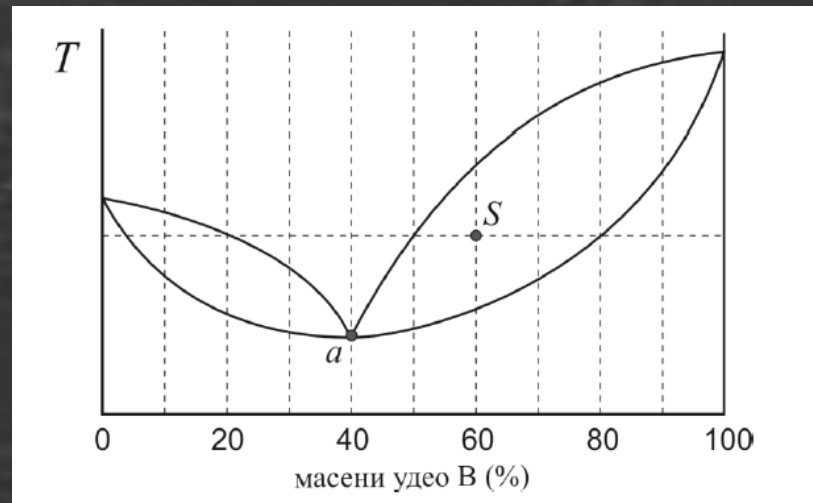
## Rešenje:

- Koja je komponenta isparljivija? **A**
- Oblast I sadrži: **paru.**
- Oblast II sadrži: **tečnost i paru.**
- Oblast III sadrži: **tečnost.**
- Skicirati zavisnost  $p=f(x)$  na jednoj temperaturi.



## Zadatak 8.

Komponente A i B grade neidealni tečan rastvor čiji fazni dijagram je prikazan na slici. Ako je ukupan sastav sistema određen tačkom  $S$ , koje faze su prisutne u sistemu i koji je njihov sastav? Ako je ukupna masa sistema 900 g, kolika masa čiste komponente B može da se dobije destilacijom?



## Rešenje:

$$m = 900g$$

$$x_B^t = 0,8; \quad x_A^t = 0,2$$

$$x_B^p = 0,5; \quad x_A^p = 0,5$$

Proizvod destilacije su azeotropna smeša  $a$  mase  $m_a$  i čista tečna komponenta B mase  $m_{B,\check{c}}$  :

$$m_a + m_{B,\check{c}} = m \rightarrow m_{B,\check{c}} = m - m_a$$

Nakon destilacije, komponenta B je prisutna kao čista komponenta, ali i u sklopu azeotropne smeše (molski udeo B u azeotropnoj smeši iznosi 0,4 a u celom sistemu 0,6):

$$0,4m_a + m_{B,\check{c}} = 0,6m$$

$$m_{B,\check{c}} = 300g$$

## Zadatak 9.

Da li su iskazi tačni ili pogrešni? Možda je jedan od njih tačan, a jedan pogrešan? Pretpostavimo da je rastvor nezasićen.

- a) Na konstantnim  $T$  i  $p$ , dodatak rastvorka čistom rastvaraču uvek snižava  $\mu_A$ .
- b) Na konstantnim  $T$  i  $p$ , dodatak rastvorka rastvoru uvek snižava  $\mu_A$ .

## Rešenje:

- a) Na konstantnim  $T$  i  $p$ , dodatak rastvorka čistom rastvaraču uvek snižava  $\mu_A$ . Tačno.
- b) Na konstantnim  $T$  i  $p$ , dodatak rastvorka rastvoru uvek snižava  $\mu_A$ . Tačno.

## Zadatak 10.

Napon pare žive na  $20^{\circ}\text{C}$  iznosi  $160\text{ mPa}$ . Koliko iznosi napon pare žive na  $50^{\circ}\text{C}$ , ako je entalpija isparavanja  $59,30\text{ kJ/mol}$ ?

## Rešenje:

$$T_1 = 293,15K \quad p_1 = 160mPa$$

$$T_2 = 323,15K \quad p_2 = ?$$

$$\Delta H_{isp} = 59,3kJ / mol$$

---

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\Delta H_{isp}}{RT^2}$$

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Delta H_{isp}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$p_2 = 0,16Pa \cdot \exp \left[ -\frac{59300J / mol}{8,314J / (molK)} \left( \frac{1}{323,15} - \frac{1}{293,15} \right) K^{-1} \right]$$

$$p_2 = 1,53Pa$$

## Zadatak 11.

Normalna tačka ključanja piridina je  $114^{\circ}\text{C}$ . Izračunati ili proceniti sa objašnjenjem:

- a) toplotu isparavanja piridina;
- b) tačku ključanja na vrhu planine gde je pritisak 740 mmHg.



Rešenje:

a) Troutonovo pravilo:

$$\Delta H_{isp} = \Delta S_{isp} \cdot T_{isp} \approx 10,5R \cdot T_{isp}$$

$$\Delta H_{isp} = 33,80 \text{ kJ / mol}$$

b)

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\Delta H_{isp}}{RT^2} \rightarrow \ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Delta H_{isp}}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} = -\frac{R \ln \frac{p_2}{p_1}}{\Delta H_{isp}} \rightarrow T_2 = 1 / \left( \frac{1}{T_1} - \frac{R \ln \frac{p_2}{p_1}}{\Delta H_{isp}} \right)$$

$$T_2 = 386 \text{ K}$$

## Zadatak 12.

Entalpija isparavanja neke tečnosti je  $14,4 \text{ kJ/mol}$  na  $180 \text{ K}$ , njenoj  $T_{\text{ntk}}$ . Molarna zapremina njene pare je  $14,5 \text{ L/mol}$  a tečnosti  $115 \text{ cm}^3/\text{mol}$  na tački ključanja.

Odrediti  $dp/dT$  iz Klapejronove jednačine i proceniti procenat greške vrednosti  $dp/dT$  kada se određuje iz Klauzijus-Klapejronove jednačine.

## Rešenje:

$$\Delta H_{isp} = 14,4 \text{ kJ / mol} \quad T_{ntk} = 180 \text{ K}$$

$$V_m^p = 14,5 \text{ L / mol} \quad V_m^t = 115 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S_{isp}}{\Delta V_{isp}} = \frac{\Delta H_{isp}}{T \Delta V_{isp}} = \frac{14,4 \cdot 10^3 \text{ J / mol}}{180 \text{ K} (14,5 \cdot 10^{-3} - 115 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^3}$$

$$\frac{dp}{dT} = 5,56 \text{ kPa / K}$$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H_{isp} \cdot p}{RT^2} = \frac{14,4 \cdot 10^3 \text{ J / mol} \cdot 101325 \text{ Pa}}{8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} (180 \text{ K})^2} = 5,42 \text{ kPa / K}$$

$$5,56 : (5,56 - 5,42) = 100 : x$$

$$x = 2,5\%$$

## Zadatak 13.

Napon pare etilena je dat kao funkcija temperature (K) sledećom jednačinom:

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{2,303 \cdot 834,13K}{T^2} + \frac{1,75}{T} - 8,375 \cdot 10^{-3} \cdot 2,303K^{-1}$$

Izračunati entalpiju isparavanja etilena na njegovoj normalnoj tački ključanja od  $-103.9^{\circ}C$ .

Rešenje:

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{2,303 \cdot 834,13}{T^2} K + \frac{1,75}{T} - 8,375 \cdot 10^{-3} \cdot 2,303 K^{-1}$$

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\Delta H_{isp}}{RT^2}$$

$$\frac{\Delta H_{isp}}{RT^2} = \frac{2,303 \cdot 834,13 K}{T^2} + \frac{1,75}{T} - 8,375 \cdot 10^{-3} \cdot 2,303 K^{-1}$$

$$\Delta H_{isp} = RT^2 \left( \frac{2,303 \cdot 834,13 K}{T^2} + \frac{1,75}{T} - 8,375 \cdot 10^{-3} \cdot 2,303 K^{-1} \right)$$

$$\Delta H_{isp} = 13,84 \text{ kJ / mol}$$

## Zadatak 14.

Napon pare uzorka benzena od 5,00 g na  $60,6^{\circ}\text{C}$  je iznosio 53,33 kPa, ali se smanjio na 51,46 kPa kada je 0,125 g nepoznatog organskog jedinjenja rastvoreno u njemu. Izračunati molarnu masu nepoznatog organskog jedinjenja.

## Rešenje:

$$p_1^0 = 53,33 \text{ kPa} \quad p_1 = 51,46 \text{ kPa}$$

$$m_1 = 5,00 \text{ g} \quad m_2 = 0,125 \text{ g}$$

$$M_1 = 78,11 \text{ g/mol} \quad M_2 = ?$$

---

$$p_1 = x_1 p_1^0 \quad x_1 = 0,965$$

$$n_1 = m_1 / M_1 = 0,064 \text{ mol}$$

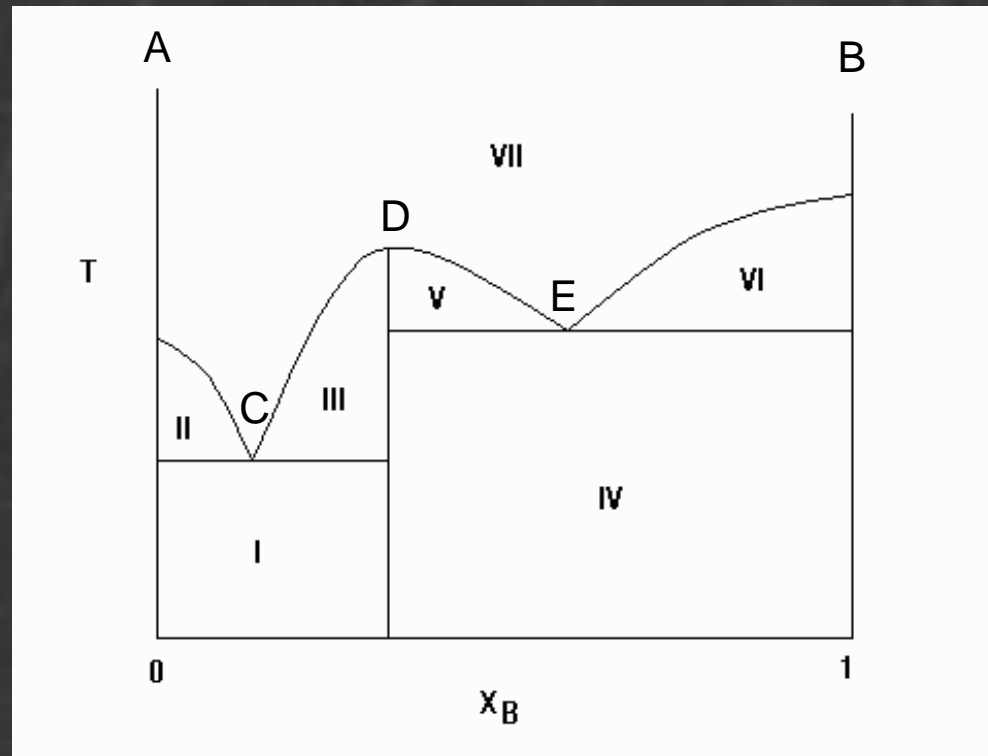
$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \quad n_2 = n_1 \left( \frac{1}{x_1} - 1 \right)$$

$$M_2 = \frac{m_2}{n_2} = \frac{m_2}{n_1 \left( \frac{1}{x_1} - 1 \right)}$$

$$M_2 = 53,85 \text{ g/mol}$$

# Zadatak 15.

Razmotriti fazni dijagram na slici i odgovoriti na pitanja:





a) Šta predstavlja ovaj fazni dijagram?

b) Oblast I sadrži:

c) Oblast II sadrži:

d) Oblast III sadrži:

e) Oblast IV sadrži:

f) Oblast V sadrži:

g) Oblast VI sadrži:

h) Oblast VII sadrži:

i) Broj eutektskih tački je:

j) Tačka D je:

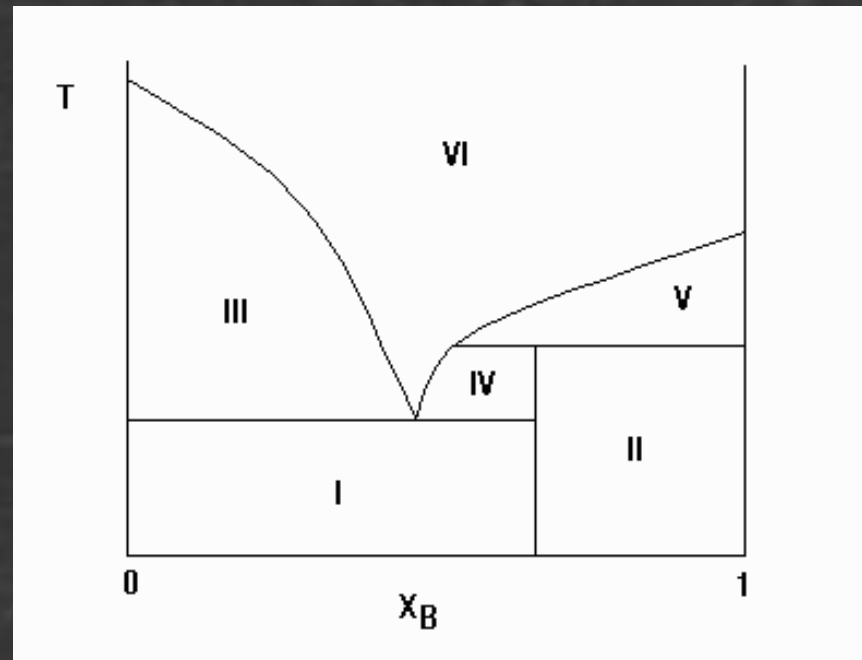
k) Formula nagrađenog jedinjenja je:

## Rešenje:

- a) Šta predstavlja ovaj fazni dijagram? **Ravnotežu komponenti A i B i jedinjenja sa kongruentnom tačkom topljenja.**
- b) Oblast I sadrži: **čvrsto A i čvrsto jedinjenje.**
- c) Oblast II sadrži: **čvrsto A i tečnu smešu.**
- d) Oblast III sadrži: **čvrsto jedinjenje i tečnu smešu.**
- e) Oblast IV sadrži: **čvrsto jedinjenje i čvrsto B.**
- f) Oblast V sadrži: **čvrsto jedinjenje i tečnu smešu.**
- g) Oblast VI sadrži: **čvrsto B i tečnu smešu.**
- h) Oblast VII sadrži: **tečnu smešu.**
- i) Broj eutektičkih tački je: **dve, C i E.**
- j) Tačka D je: **kongruentna tačka topljenja jedinjenja.**
- k) Formula nagrađenog jedinjenja je:  **$A_2B$ .**

# Zadatak 16.

Razmotriti fazni dijagram na slici i odgovoriti na pitanja:



a) Šta predstavlja ovaj fazni dijagram?

b) Oblast I sadrži:

c) Oblast II sadrži:

d) Oblast III sadrži:

e) Oblast IV sadrži:

f) Oblast V sadrži:

g) Oblast VI sadrži:

h) Formula nagrađenog jedinjenja je:

## Rešenje:

- a) Šta predstavlja ovaj fazni dijagram? **Ravnotežu komponenti A i B i jedinjenja sa nekongruentnom tačkom topljenja.**
- b) Oblast I sadrži: **čvrsto A i čvrsto jedinjenje.**
- c) Oblast II sadrži: **čvrsto B i čvrsto jedinjenje.**
- d) Oblast III sadrži: **čvrsto A i tečnu smešu.**
- e) Oblast IV sadrži: **čvrsto jedinjenje i tečnu smešu.**
- f) Oblast V sadrži: **čvrsto B i tečnu smešu.**
- g) Oblast VI sadrži: **tečnu smešu.**
- h) Formula nagrađenog jedinjenja je:  **$AB_2$ .**

# Zadatak 17.

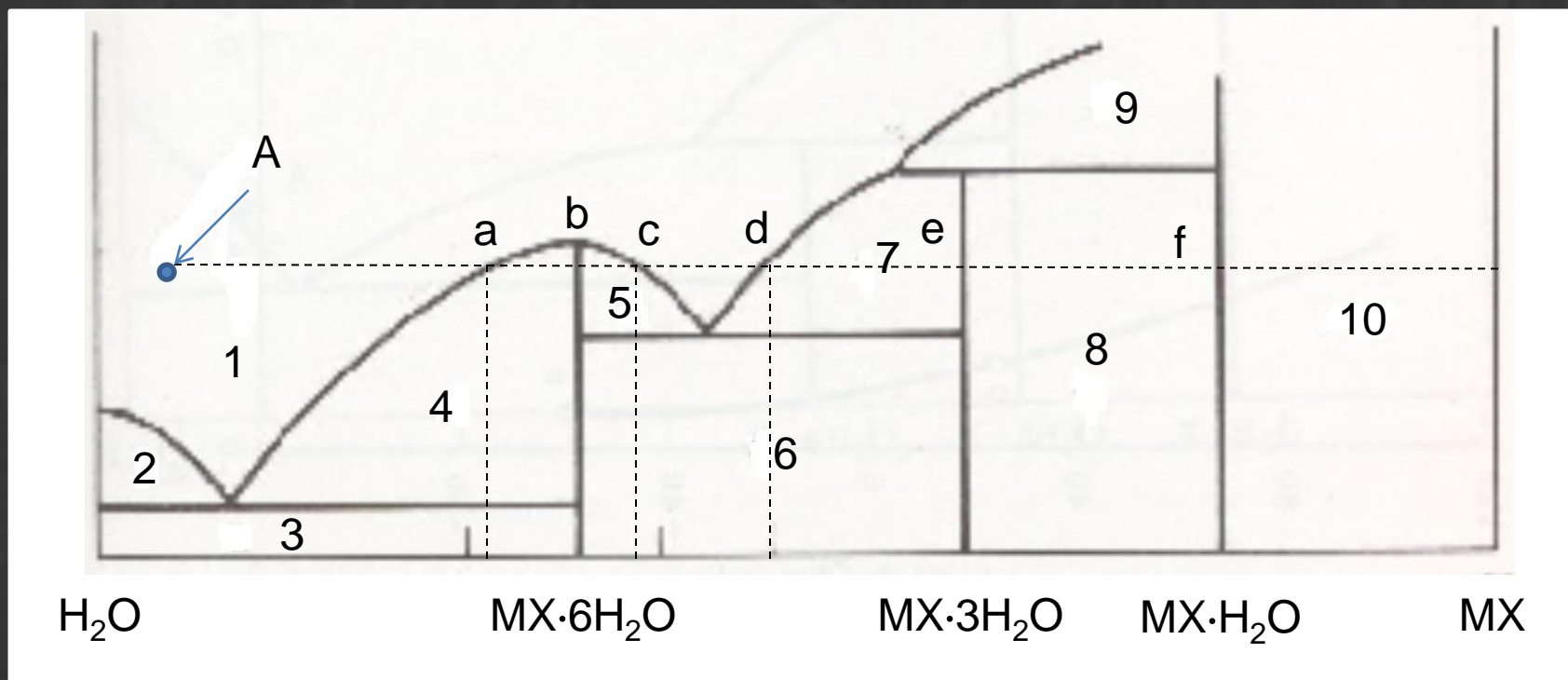
Za so  $MX$  i njene hidrate označiti sve faze i navesti sve fazne transformacije pri izotermnom isparavanju na  $30^\circ C$  rastvora sastava  $A$  do suva.



## Rešenje:

1. Rastvor
2. Led+rastvor
3. Led+MX $\cdot$ 6H<sub>2</sub>O(č)
4. MX $\cdot$ 6H<sub>2</sub>O(č)+rastvor
5. MX $\cdot$ 6H<sub>2</sub>O(č)+rastvor
6. MX $\cdot$ 6H<sub>2</sub>O(č)+MX $\cdot$ 3H<sub>2</sub>O(č)
7. MX $\cdot$ 3H<sub>2</sub>O(č)+rastvor
8. MX $\cdot$ H<sub>2</sub>O(č)+MX $\cdot$ 3H<sub>2</sub>O(č)
9. MX $\cdot$ H<sub>2</sub>O(č)+rastvor
10. MX $\cdot$ H<sub>2</sub>O(č)+MX (č)

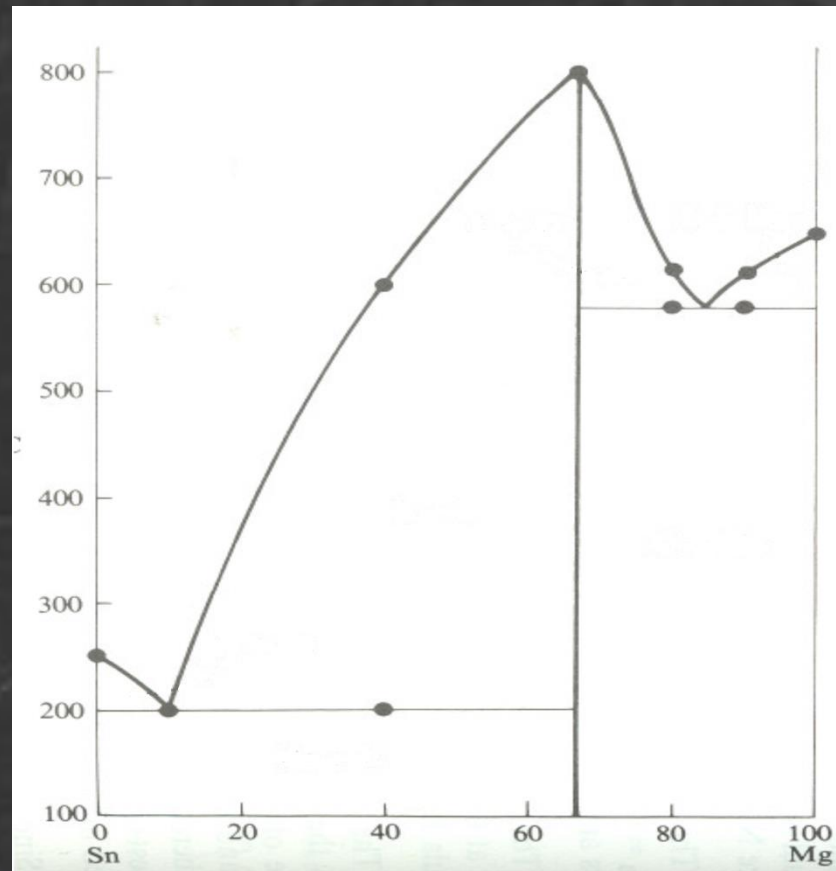
Rešenje:





# Zadatak 18.

Razmotriti fazni dijagram na slici i odgovoriti na pitanja:



a) Fazni dijagram na slici predstavlja:

b) Sastav nagrađenog jedinjenja je:

c) Obeležiti pojedine faze.

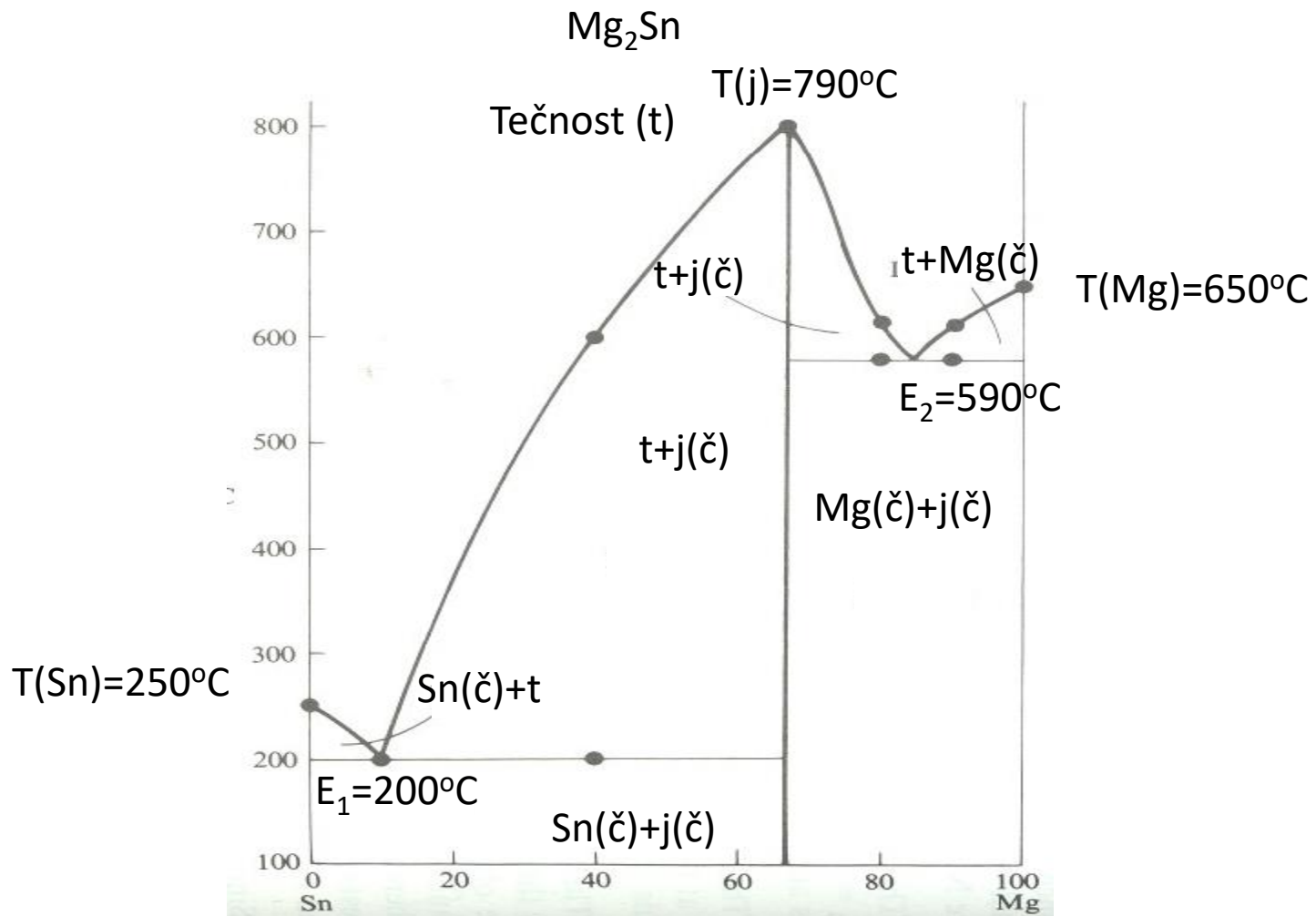
d) Obeležiti i očitati temperature topljenja i eutektičke tačke.



## Rešenje:

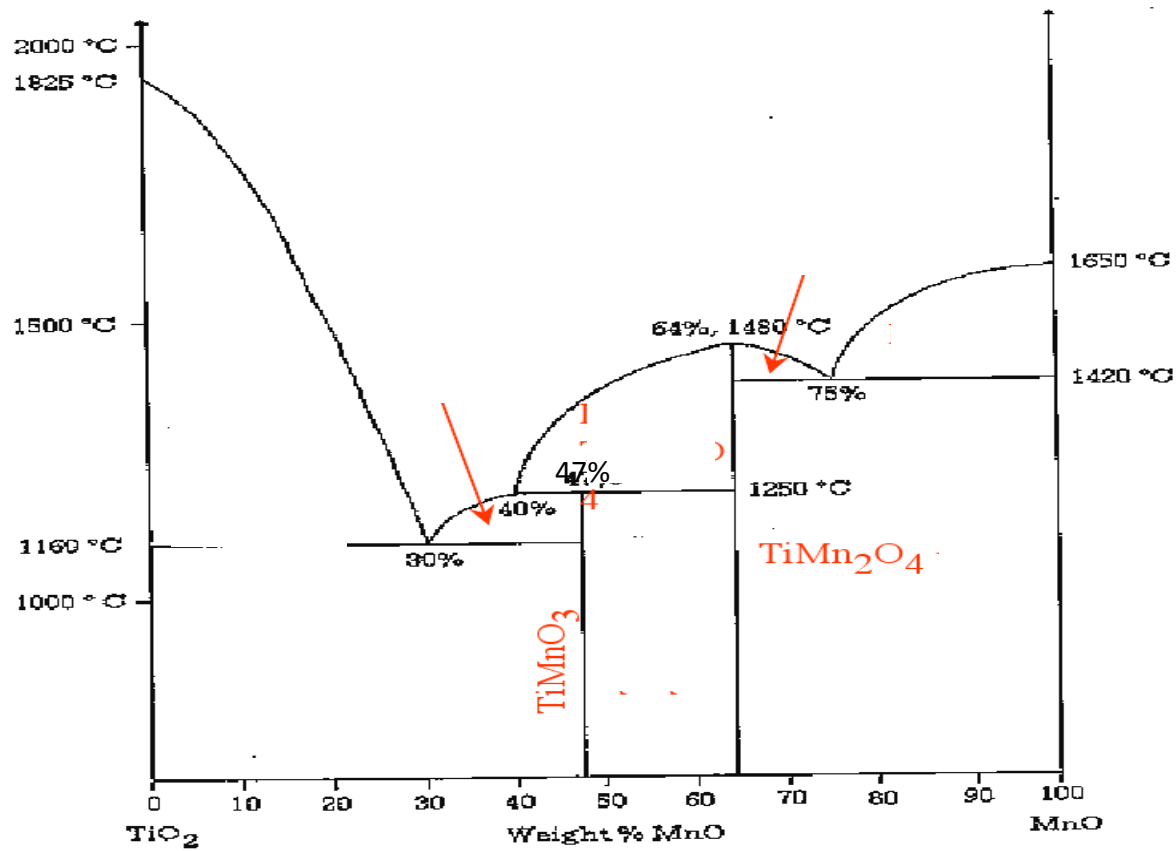
- a) Fazni dijagram na slici predstavlja: ravnotežu Sn, Mg i jedinjenja sa kongruentnom tačkom topljenja.
- b) Sastav nagrađenog jedinjenja je:  $Mg_2Sn$ .
- c) Obeležiti pojedine faze.
- d) Obeležiti i očitati temperature topljenja i eutektičke tačke.

# Rešenje:

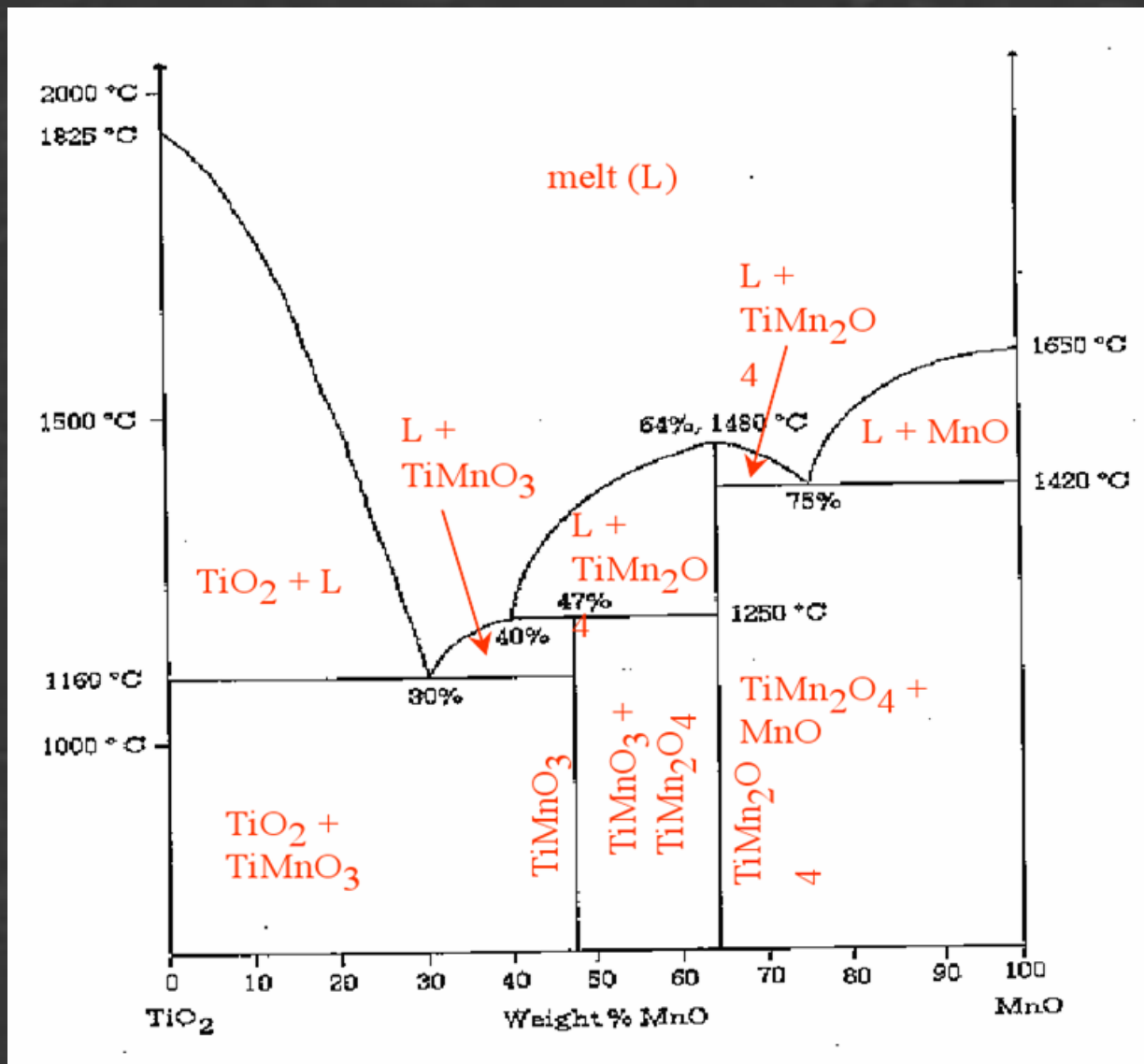


## Zadatak 19.

Na faznom dijagramu za  $\text{TiO}_2$  i  $\text{MnO}$  obeležiti faze, označiti tačke topljenja i eutektičke tačke.

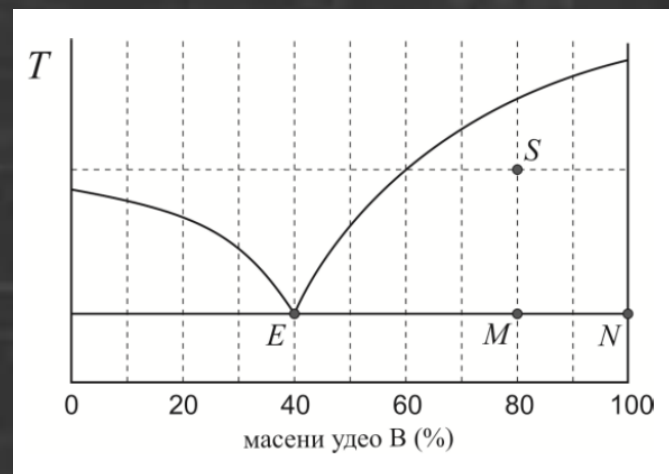


Rešenje:



## Zadatak 20.

Ukupni sastav eutektičkog sistema koji čine komponente A i B određen je tačkom S na slici. Koje faze su prisutne u sistemu i koji je njihov sastav? Ako je ukupna masa sistema 300 g, izračunati koliko grama čiste komponente B može da se dobije hlađenjem do eutektičke temperature.





## Rešenje:

$$m = 300g$$

Tačka S: čista komponenta B i rastvor sastava  $x_A = 0,4$ ;  $x_B = 0,6$ .

Primena pravila poluge na tačku M:

$$\frac{m_{B,\check{c}}}{m_e} = \frac{EM}{MN} = \frac{0,4}{0,2} = 2$$

$m_B$  je masa čiste komponente B;  $m_e$  je masa eutektičke smeše

$$m_e = \frac{m_{B,\check{c}}}{2}$$

$$m_e + m_{B,\check{c}} = m$$

$$\frac{m_{B,\check{c}}}{2} + m_{B,\check{c}} = m$$

$$m_{B,\check{c}} = 200g$$

## Zadatak 21.

Ako 0,1 g nepoznatog čistog proteina rastvorenog u 50 g vode snizi tačku mržnjenja vode za 0,000267 K, naći molarnu masu proteina (u g/mol). Pretpostaviti da se rastvor ponaša idealno. Krioskopska konstanta vode iznosi 1,86 K kg/mol.

## Rešenje:

$$\Delta T = 0,000267K \quad k_f = 1,86Kkg / mol$$

$$m_2 = 0,1g \quad m_1 = 50g$$

$$\Delta T = k_f m$$

---

$$m = \frac{\Delta T}{k_f} = \frac{0,000267K}{1,86Kkg / mol} = 1,436 \cdot 10^{-4} mol / kg$$

$$1000g : 1,436 \cdot 10^{-4} mol = 50g : n_2$$

$$n_2 = \frac{1,436 \cdot 10^{-4} \cdot 50}{1000} mol = 7,18 \cdot 10^{-6} mol$$

$$M_2 = \frac{m_2}{n_2} = \frac{0,1g}{7,18 \cdot 10^{-6} mol}$$

$$M_2 = 1,393 \cdot 10^4 g / mol$$

## Zadatak 22.

Temperatura topljenja cikloheksana  $C_6H_{12}$  iznosi  $6,47^\circ C$ , a njegova toplota topljenja na ovoj temperaturi iznosi  $31,3 \text{ J/g}$ . Čemu je jednaka temperatura topljenja rastvora napravljenog rastvaranjem  $226 \text{ mg}$  pentana  $C_5H_{12}$  u  $16,45 \text{ g}$  cikloheksana?

## Rešenje:

$$\theta_0 = 6,47^\circ C, \quad T_0 = 279,62 K, \quad L_{m,isp} = 31,3 J / g$$

$$m_2 = 226 mg, \quad m_1 = 16,45 g, \quad M_2 = 72,15 g / mol$$

---

$$\Delta T = k_f \cdot m = \frac{RT_0^2}{1000L_{m,isp}} m$$

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = 3,132 \cdot 10^{-3} mol$$

$$(3,132 \cdot 10^{-3} mol) : 16,45 g = m : 1000 g$$

$$m = 0,190 mol / g$$

$$\Delta T = \frac{8,314 J mol^{-1} K^{-1} \cdot (279,62 K)^2}{1000 \cdot 31,3 J / g} \cdot 0,190 mol / g = 3,95 K$$

$$\theta = 6,47^\circ C - 3,95^\circ C, \quad \boxed{\theta = 2,52^\circ C}$$

## Zadatak 23.

U trokomponentnom sistemu čiji je fazni dijagram prikazan na slici, krive označavaju:

ab -sastav rastvora presićenog sa NaCl,

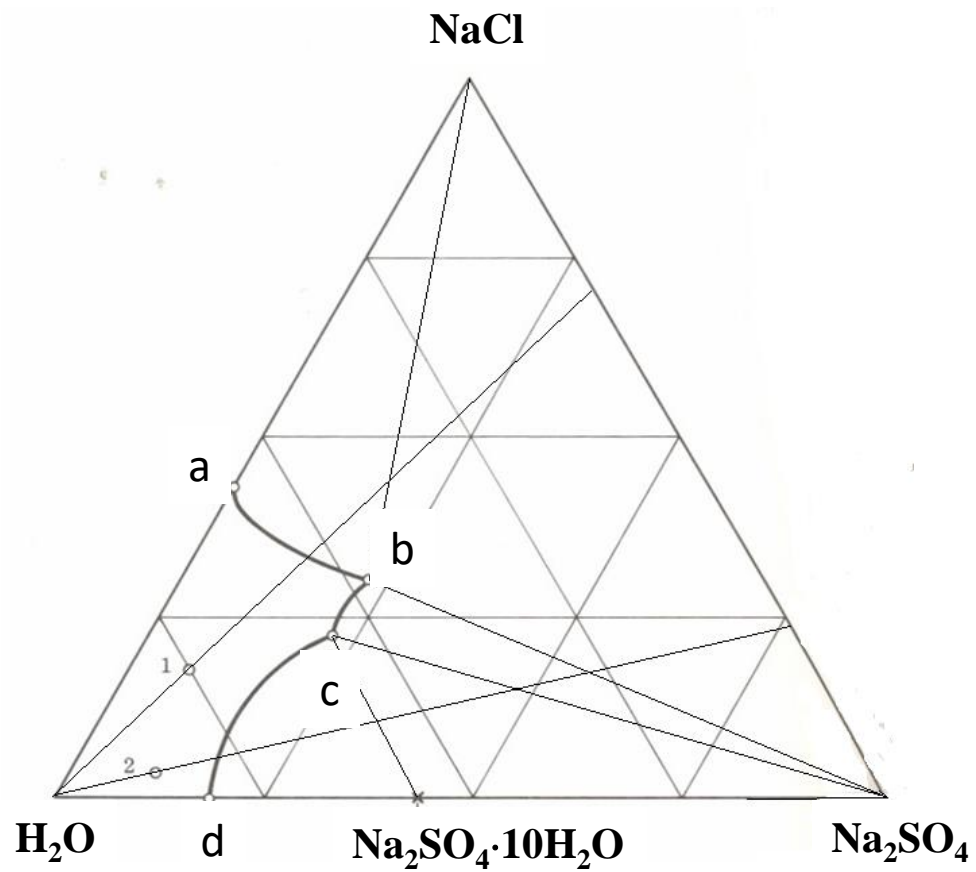
bc- sastav rastvora presićenog sa  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,

dc- sastav rastvora presićenog sa  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

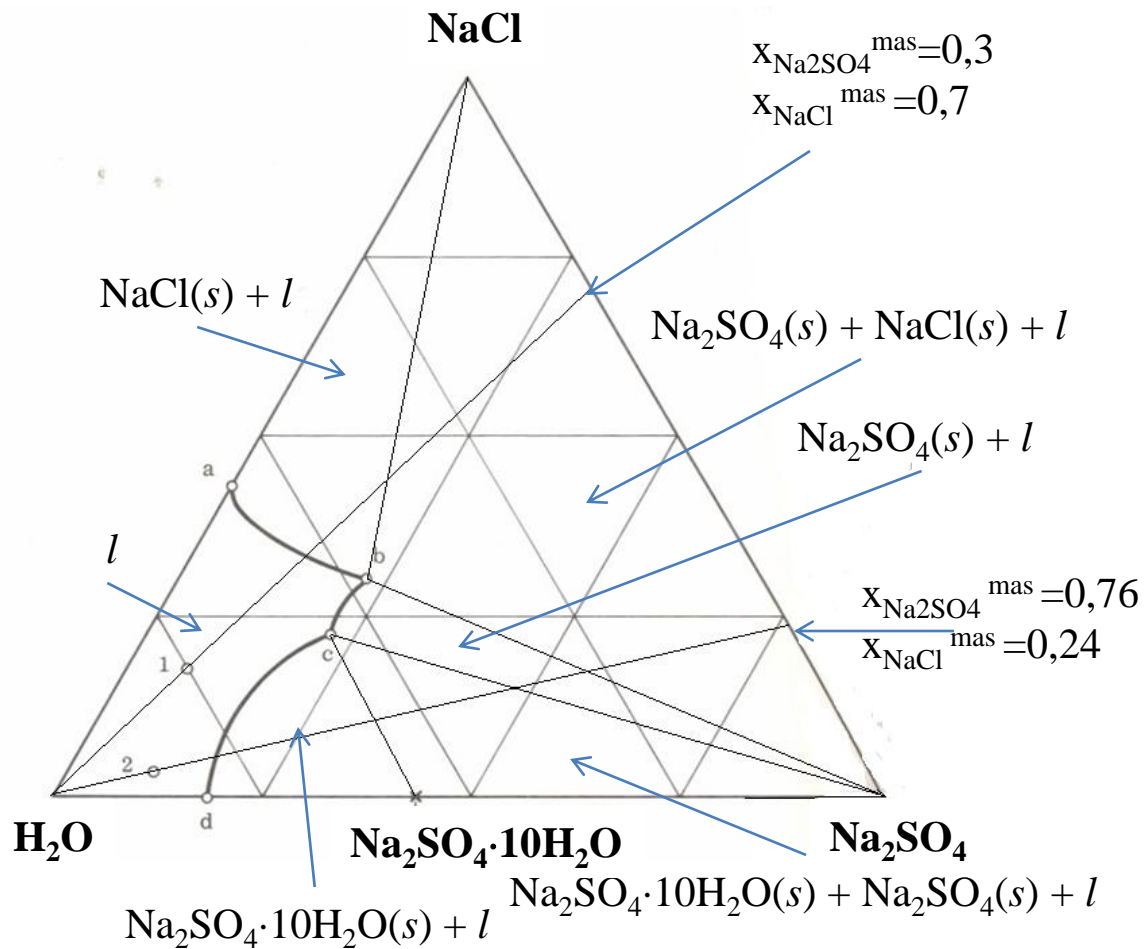
Obeležiti faze u pojedinim oblastima.

Objasniti šta se događa pri potpunoj dehidrataciji na  $25^\circ\text{C}$  sa sistemima označenim tačkama 1 i 2.

Rešenje:



# Rešenje:



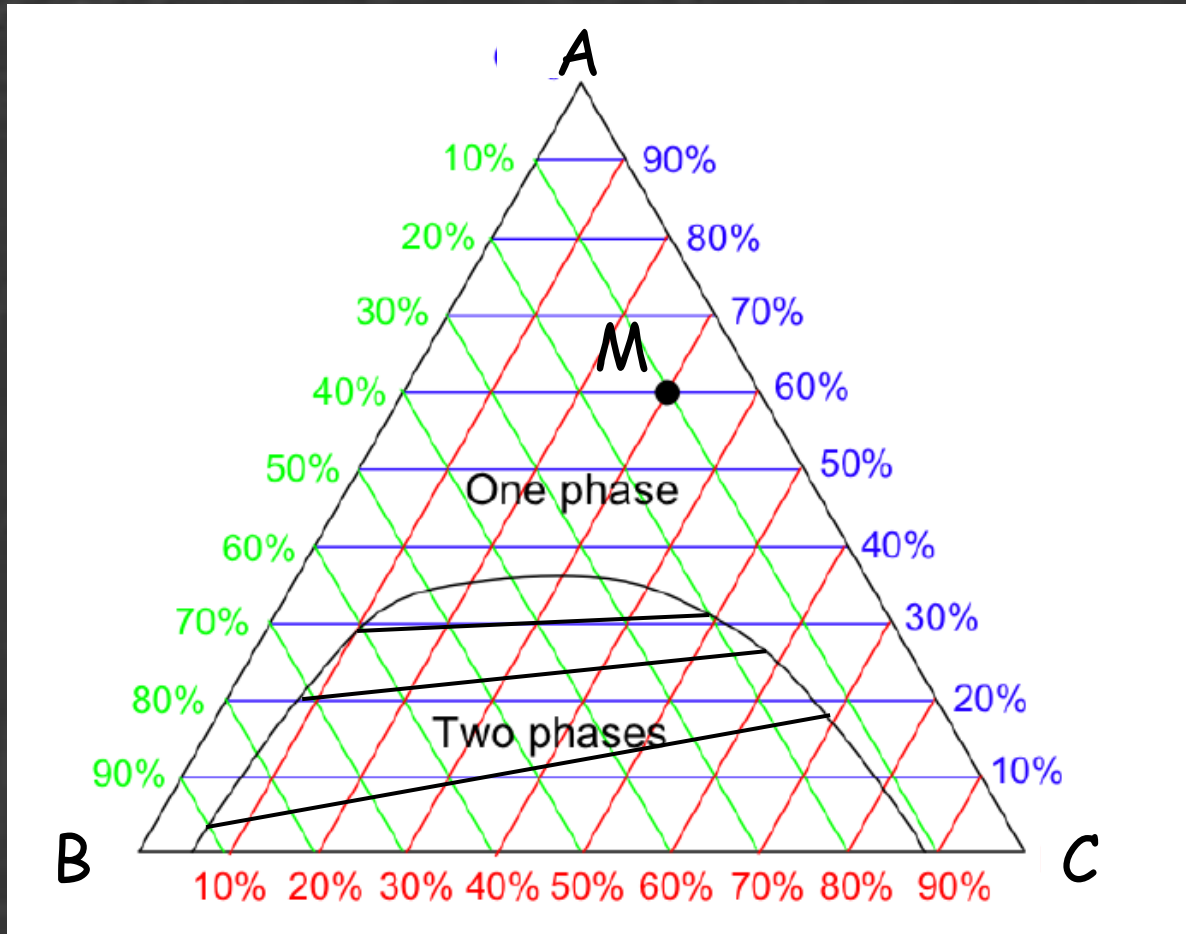


## Zadatak 24.

Na slici je prikazan fazni dijagram sistema koji čine komponente A, B i C.

- Koji je sastav sistema prikazanog tačkom M?
- Ukoliko su u sistemu prisutne samo komponente B i C istih molskih udela, koje faze su prisutne u sistemu i koji je njihov sastav?
- Rastvoru koji sadrži 1,5 mol komponente A i 1,5 mol komponente B dodato je 2 mol komponente C. Koje faze su prisutne u sistemu i koji je njihov sastav?

# Zadatak 24.



## Rešenje:

a)  $x_A = 0,6; \quad x_B = 0,1; \quad x_C = 0,3$

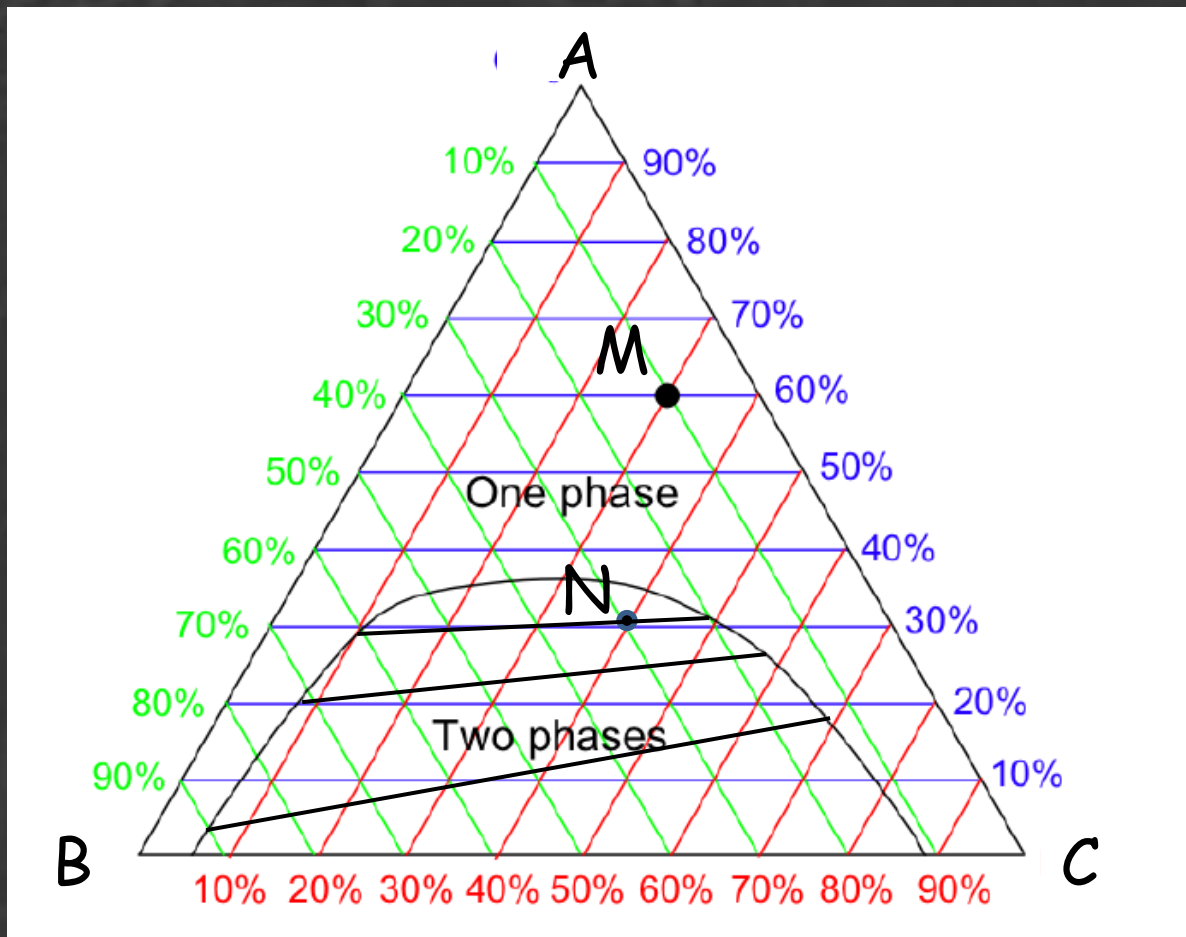
b)  $x_A = 0,0; \quad x_B = 0,5; \quad x_C = 0,5$

Prisutne su dve faze: rastvor C u B sastava 7% C i 93% B, kao i rastvor B u C sastava 12 % B i 88 % C.

c)  $x_A = 0,3; \quad x_B = 0,3; \quad x_C = 0,4$

Stanje sistema prikazano je tačkom N. Prisutne su dve faze: rastvor C u B sastava 29% A, 61% B i 10% C, kao i rastvor B u C sastava 32% A, 20 % B i 48 % C.

Rešenje:



## Zadatak 25.

1,10 g belančevine se rastvori u 100 g vode na 20°C.  
Osmotski pritisak iznosi 396 Pa. Kolika je molarna masa belančevine?

## Rešenje:

$$m_2 = 1,10\text{g} \quad m_1 = 100\text{g} \quad T = 293,15\text{K} \quad \pi = 396\text{Pa}$$

$$M_2 = ?$$

$$\pi = c_2 RT = \frac{n_2}{V} RT = \frac{m_2 / M_2}{m / \rho} RT \approx \frac{m_2 / M_2}{m_1 / \rho_1} RT$$

$$M_2 = \frac{m_2 \rho_1}{m_1 \pi} RT = \frac{1,10\text{g} \cdot 10^6 \text{g} / \text{m}^3 \cdot 8,314\text{J} / \text{molK}}{100\text{g} \cdot 396\text{Pa}}$$

$$M_2 = 6,7 \cdot 10^4 \text{g} / \text{mol}$$

## Zadatak 26.

Tečnosti A i B grade idealan rastvor. Ako rastvor sadrži 25 mol% A, a para u ravnoteži sa rastvorom na 25°C sadrži 50 mol% A, izračunati odnos napona pare čistih komponenti A i B.

Rešenje:

$$x_A = 0,25 \quad x'_A = 0,5$$

$$\frac{x'_A}{x'_B} = \frac{p_A}{p_B} = \frac{x_A p_A^o}{x_B p_B^o}$$

$$\frac{p_A^o}{p_B^o} = \frac{x'_A}{x'_B} \frac{x_B}{x_A} = \frac{0,5 \cdot 0,75}{0,5 \cdot 0,25}$$

$$\frac{p_A^o}{p_B^o} = 3$$



## Zadatak 27.

Napon pare čiste tečnosti A na 300 K je 76,66 kPa, a čiste tečnosti B je 52,00 kPa. Ova dva jedinjenja grade idealnu smešu u tečnom i parnom stanju. Razmotriti ravnotežni sastav smeše u kojoj je molska frakcija komponente A u pari 0,35. Izračunati ukupni pritisak (u Pa) i sastav tečne faze.

## Rešenje:

$$T = 300K \quad x'_A = 0,35$$

$$p_A^0 = 76,66kPa \quad p_B^0 = 52,00kPa$$

---

$$x_A = \frac{x'_A p_B^0}{x'_A (p_B^0 - p_A^0) + p_A^0}$$

$$x_A = 0,268 \quad x_B = 0,732$$

$$p = x_A (p_A^0 - p_B^0) + p_B^0$$

$$p = 0,268 \cdot (76,66 - 52,00)kPa + 52,00kPa$$

$$p = 58,61kPa$$

## Zadatak 28.

1,25% rastvor supstancije nepoznate molarne mase, u benzenu kao rastvaraču, ima napon pare 752,4 mmHg na 80°C i tačku ključanja 80,25°C. Normalna tačka ključanja benzena je 80,00°C. Izračunati molaranu masu rastvorka i specifičnu toplotu isparavanja benzena. Molarna masa benzena iznosi 78 g/mol.

## Rešenje:

$$m_2 = 1,25 \text{ g} \quad m_1 = 98,75 \text{ g} \quad p_1 = 752,4 \text{ mmHg} \quad p_1^0 = 760 \text{ mmHg}$$

$$T_k = 80,25^\circ \text{ C} \quad T_k^0 = 80^\circ \text{ C} \quad M_1 = 78 \text{ g / mol}$$

---

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = 0,01 = x_2$$

$$x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{n_2}{m_1 / M_1 + n_2} = \frac{n_2}{\frac{98,75 \text{ g}}{78 \text{ g / mol}} + n_2}$$

$$n_2 = 0,0128 \text{ mol} \quad M_2 = \frac{1,25 \text{ g}}{0,0128 \text{ mol}}$$

$$M_2 = 97,66 \text{ g / mol}$$

Rešenje:

$$\Delta T = T_k - T_k^0 = 0,25K = k_b m = \frac{R(T_1^0)^2}{1000 \cdot l_{isp}} \frac{1000n_2}{m_1}$$

$$l_{isp} = \frac{R(T_1^0)^2}{\Delta T} \frac{n_2}{m_1} = \frac{8,314J / molK (353,15K)^2 \cdot 0,0128mol}{0,25K \cdot 98,75g}$$

$$l_{isp} = 537,6J / g$$

## Zadatak 29.

Sniženje temperature mržnjenja prouzrokovano rastvaranjem 2,16 g sumpora u 100 g rastvarača iznosilo je 0,58 K. Kad se 3,12 g joda rastvorilo u 100 g istog rastvarača, sniženje temperature mržnjenja je iznosilo 0,85 K. Ukoliko znamo da je jod prisutan u tom rastvaraču u molekulskom obliku  $I_2$ , odrediti molekulski oblik sumpora ( $A_I = 126,9 \text{ g/mol}$ ,  $A_S = 32 \text{ g/mol}$ ).

## Rešenje:

$$A_I = 126 \text{ g/mol} \quad A_S = 32 \text{ g/mol}$$

$$\frac{\Delta T_{\text{sumpor}}}{\Delta T_{\text{jod}}} = \frac{n_{\text{sumpor}}}{n_{\text{jod}}} = \frac{m_{\text{sumpor}} M_{\text{jod}}}{M_{\text{sumpor}} m_{\text{jod}}} \Rightarrow M_{\text{sumpor}} = \frac{\Delta T_{\text{jod}}}{\Delta T_{\text{sumpor}}} \frac{m_{\text{sumpor}} M_{\text{jod}}}{m_{\text{jod}}}$$

$$M_{\text{sumpor}} = \frac{0,85}{0,58} \frac{2,16}{3,12} 2 \cdot 126,9 = 258 = x \cdot A_S = x \cdot 32$$

$$x = \frac{258}{32} \Rightarrow x = 8$$

## Zadatak 30.

Rastvorena supstancija se raspodeljuje između vode i hloroforma. Koeficijent raspodele iznosi  $1/5$ . Pretpostavimo da iz  $0,050\text{ M}$  vodenog rastvora zapremine  $50\text{ ml}$  ekstrahujemo rastvorenu supstanciju. Koliku zapreminu hloroforma treba koristiti da bi se u jednom koraku ekstrahovalo  $99,9\%$  rastvorene supstancije?



## Rešenje:

$$K_r = \frac{c_v}{c_h} = \frac{1}{5} \quad V_v = 50ml \quad c_v^0 = 0,050M$$

$$m_1 = (1 - 0,999)m \quad V_h = ?$$

---

$$\frac{\frac{m_1}{V_v}}{m - m_1} = K$$

$$V_h = \frac{K(m - m_1) \cdot V_v}{m_1} = \frac{1}{5} \cdot \frac{1 - 0,001}{0,001} \cdot 50ml$$

$$V_h = 9990ml$$

## Zadatak 31.

Dva vodena rastvora uree imaju osmotske pritiske 2,4 atm i 4,6 atm na izvesnoj temperaturi. Koliki je osmotski pritisak rastvora pripremljenog mešanjem jednakih zapremina ova dva rastvora na istoj temperaturi?

## Rešenje:

$$\pi_1 = 2,4 \text{ atm} \quad \pi_2 = 4,6 \text{ atm} \quad \pi_3 = ?$$

$$\pi_1 = c_1 RT = \frac{n_1}{V} RT \quad \rightarrow \quad n_1 = \frac{\pi_1 V}{RT}$$

$$\pi_2 = c_2 RT = \frac{n_2}{V} RT \quad \rightarrow \quad n_2 = \frac{\pi_2 V}{RT}$$

$$n_3 = \frac{n_1 + n_2}{2} = \frac{(\pi_1 + \pi_2)V}{2RT}$$

$$\pi_3 = c_3 RT = \frac{n_3}{V} RT = \frac{\pi_1 + \pi_2}{2}$$

$$\pi_3 = 3,5 \text{ atm}$$

## Zadatak 32.

Tečnosti A i B grade idealan rastvor. Na  $50^{\circ}\text{C}$ , napon pare rastvora koji se sastoji od 1 mola supstancije A i 2 mola supstancije B iznosi 250 mmHg. Napon pare rastvora koji sadrži 2 mola supstancije A i 2 mola supstancije B, iznosi 300 mmHg. Izračunati  $p_A^{\circ}$  i  $p_B^{\circ}$ .

## Rešenje:

$$n_{A,1} = 1 \text{ mol} \quad n_{B,1} = 2 \text{ mol} \quad p_1 = 250 \text{ mmHg}$$

$$n_{A,2} = 2 \text{ mol} \quad n_{B,2} = 2 \text{ mol} \quad p_2 = 300 \text{ mmHg}$$

$$x_{A,1} = \frac{1}{3} \quad x_{B,1} = \frac{2}{3}$$

$$x_{A,2} = \frac{1}{2} \quad x_{B,2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{3} p_A^0 + \frac{2}{3} p_B^0 = 250 \text{ mmHg}$$

$$\frac{1}{2} p_A^0 + \frac{1}{2} p_B^0 = 300 \text{ mmHg}$$

$$p_A^0 = 450 \text{ mmHg} \quad p_B^0 = 150 \text{ mmHg}$$

## Zadatak 33.

Posmatrajmo dva rastvora komponenti A i B. Prvi rastvor sadrži 1 mol A i 3 mola B a ukupni pritisak iznosi 1 atm. Drugi rastvor sadrži 2 mola A i 2 mola B; njegov napon pare je veći od 1 atm, ali može biti smanjen do 1 atm ukoliko se u rastvoru nalazi i 6 molova C. Napon pare čistog C iznosi 0,8 atm. Izračunati napona pare čistih komponenti A i B.

## Rešenje:

$$n_{A,1} = 1 \text{ mol} \quad n_{B,1} = 3 \text{ mol} \quad p_1 = 1 \text{ atm}$$

$$n_{A,2} = 2 \text{ mol} \quad n_{B,2} = 2 \text{ mol} \quad n_{C,2} = 6 \text{ mol} \quad p_2 = 1 \text{ atm}$$

$$x_{A,1} = \frac{1}{4} \quad x_{B,1} = \frac{3}{4}$$

$$x_{A,2} = \frac{1}{5} \quad x_{B,2} = \frac{1}{5} \quad x_{C,2} = \frac{3}{5} \quad p_C^0 = 0,8 \text{ atm}$$

$$\frac{1}{4} p_A^0 + \frac{3}{4} p_B^0 = 1 \text{ atm}$$

$$\frac{1}{5} p_A^0 + \frac{1}{5} p_B^0 + \frac{3}{5} p_C^0 = 1 \text{ atm}$$

$$p_A^0 = 1,9 \text{ atm} \quad p_B^0 = 0,7 \text{ atm}$$

## Zadatak 34.

Osmotski pritisak vodenog rastvora uree na 300 K iznosi 120 kPa. Izračunati temperaturu mržnjenja ovog rastvora ( $k_f = 1,86 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ )



## Rešenje:

$$T = 300K \quad \pi = 120kPa \quad k_f = 1,86 K \cdot kg / mol$$

---

$$\pi = cRT \quad c = 48,11 mol / m^3$$

$$\Delta T = k_f m$$

$$48,11 mol : (1m^3 \cdot 1000kg / m^3) = m : 1$$

$$m = 0,048 mol / kg$$

$$\Delta T = 0,089K = T_m^0 - T_m = 0^0 C - T_m$$

$$T_m = -0,089^0 C$$

## Zadatak 35.

Napravljen je rastvor rastvaranjem 1,23 g fulerena ( $C_{60}$ ) u 100 g toluena ( $C_6H_5CH_3$ ). Ako znate da na  $30^\circ C$  napon pare čistog toluena iznosi 5,00 kPa, čemu je jednak napon pare toluena nad rastvorom?

## Rešenje:

$$m_1 = 100\text{g} \quad m_2 = 1,23\text{g}$$

$$M_1 = 92,14\text{g/mol} \quad M_2 = 720,64\text{g/mol}$$

$$p_1^0 = 5,00\text{kPa}$$

---

$$p_1 = x_1 p_1^0 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} p_1^0 = \frac{m_1 / M_1}{m_1 / M_1 + m_2 / M_2} p_1^0$$

$$p_1 = 4,99\text{kPa}$$