

תרגול 12 – מעברי פאזה בתמיסות בינאריות אידיאליות

תמיסות אידיאליות (חוק ראול, קו הבעות וקו הטל) ; חוק המנוף ; עקרון הזיקוק

חוק הפאזות של גיבס:

$$F = c + 2 - p$$

f – מספר דרגות החופש, c – מספר הקומפוננטות, p – מספר הפאזות.

חלק א': מעברי פאזה בתמיסות בינאריות אידיאליות

חוק ראול (Raoult):

החוק מדויק יותר כאשר שני החומרים בתמיסה קרובים בתכונותיהם כמו בנזן וטולואן.[†]

$$P_i = x_i P_i^*$$

כאשר P_i הוא הלחץ החלקי של מרכיב i ו- P_i^* הוא לחץ האדים החלקי של אותו מרכיב במצבו הטהור ו- x_i הינו השבר המולי של אותו מרכיב בפאזה הנוזלית.

$$x_i P_i^* = P_i = y_i P \quad \text{מאחר ומניחים שהפאזה הגזית הינה אידיאלית ניתן לכתוב:}$$

כאשר y_i הינו השבר המולי של אותו מרכיב בפאזה הגזית.

לחץ האדים של חומר מסוים מצוין מהו הלחץ החיצוני הנדרש כדי למנוע מאדים להיווצר מעל פני הנוזל של אותו החומר. ככל שהחומר יותר נדיף, כך לחץ האדים שלו גבוה יותר.

קו הבעות:

$$P = P_2^* + (P_1^* - P_2^*)x_1 \quad \text{מעל לקו זה התערובת היא נוזל על הקו מתחילות להיווצר בעות:}$$

הקשר בין השבר המולי בפאזה הנוזלית x_i לזה בפאזה הגזית y_i :

$$y_1 = \frac{x_1 P_1^*}{P} = \frac{x_1 P_1^*}{P_2^* + (P_1^* - P_2^*)x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{y_1 P_2^*}{P_1^* + (P_2^* - P_1^*)y_1}$$

קו הטל:

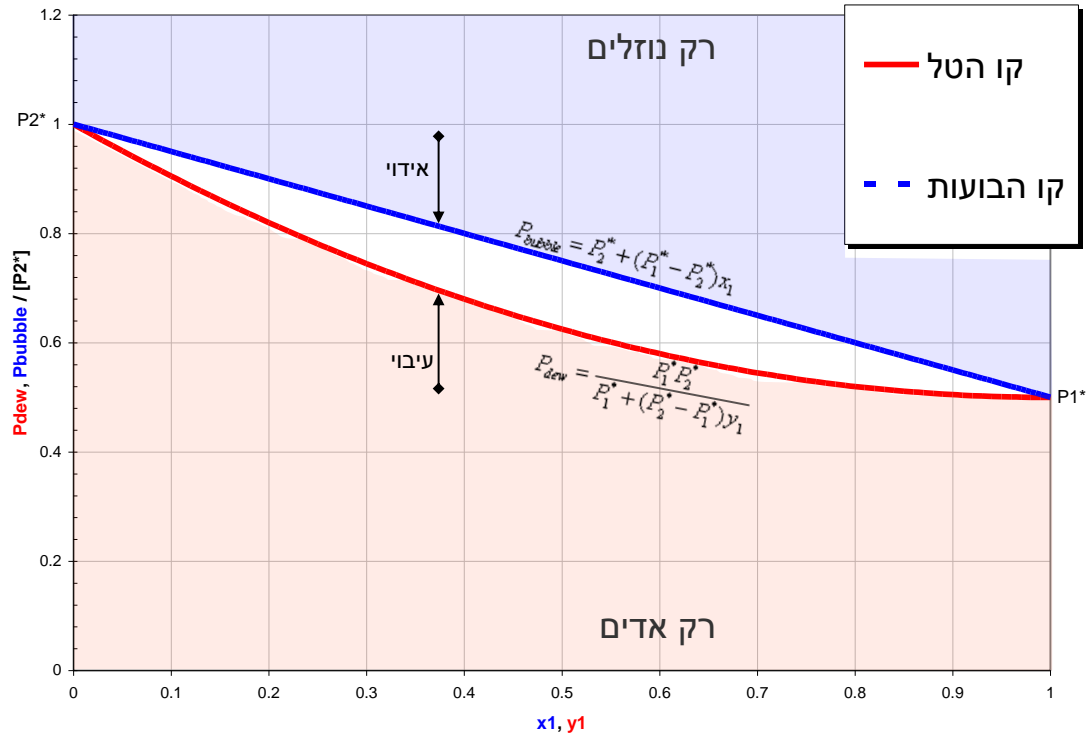
מתחת לקו זה התערובת כולה בפאזה הגזית. בקו זה מתחילות להיווצר טיפות.

$$P = \frac{x_1 P_1^*}{y_1} = \frac{P_1^*}{y_1} \frac{y_1 P_2^*}{P_1^* + (P_2^* - P_1^*)y_1} = \frac{P_1^* P_2^*}{P_1^* + (P_2^* - P_1^*)y_1}$$

[†] האנרגיה החופשית של גיבס עבור התמיסה היא $G_{A+B} = H_A + H_B + H_{int} + TS_{mix}$. חוק ראול מדויק יותר ככל ש- $H_A \sim H_B \sim H_{int}$, כלומר האינטראקציות בין כל אחד מהרכיבים לעצמו דומות לאינטראקציות בין רכיבים שונים.

איתי לפן תמי זלוביץ' – אורנשטיין 405, טלפון: 03-6408902.

email: tamizilo@gmail.com itaileve@post.tau.ac.il



שאלה 1

א. נתונים לחצי האדים במצב הטהור:

$$P_{Benzene}^* (60^\circ C) = 0.513bar \quad P_{Toluene}^* (60^\circ C) = 0.185bar$$

נציב בנוסחאות עבור קו הבועות (קו האידיוי) וקו הטל (קו העיבוי):

$$P_{bubbles}(x_B) = P_T^* + x_B(P_B^* - P_T^*) = 0.185 + x_B(0.513 - 0.185) = 0.185bar + 0.338bar \cdot x_B$$

$$P_{dew}(y_B) = \frac{P_B^* P_T^*}{P_B^* + y_B(P_T^* - P_B^*)} = \frac{0.513 \times 0.185}{0.513 + y_B(0.185 - 0.513)} \approx \frac{0.095bar}{0.513bar - 0.338bar \cdot y_B}$$

ב. בכדי לבטא את השבר המולי של טולואן בפאזה הגזית באמצעות לחצי האדים הטהורים בלבד, נשתמש בחוק ראול:

$$P_T = y_T P = x_T P_T^* \Rightarrow y_T = \frac{x_T P_T^*}{P} = \frac{x_T P_T^*}{P_B + P_T} = \frac{x_T P_T^*}{x_B P_B^* + x_T P_T^*}$$

נציב את הנתון, $x_T = 0.6$:

$$y_T = \frac{0.6 \times 0.185}{0.4 \times 0.513 + 0.6 \times 0.185} \approx 0.35$$

שאלה 2:

א. את האנטרופיה של תהליך האידיי נחשב באמצעות המידע על לחץ האדים וחוק קלפרון:

$$P_{Benzene}^* (25^\circ C) = 12.7 \times 10^3 Pa \quad \frac{d}{dT} P_{Benzene}^* = 0.58 \times 10^3 Pa/K$$

$$P_{Toluene}^* (25^\circ C) = 3.79 \times 10^3 Pa \quad \frac{d}{dT} P_{Toluene}^* = 0.20 \times 10^3 Pa/K$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta \bar{H}}{T \Delta \bar{V}} \quad \square \quad \frac{\Delta \bar{H}}{T \bar{V}_g} = \frac{P \Delta \bar{H}}{RT^2} \Rightarrow \Delta \bar{H} = \frac{RT^2}{P} \frac{dP}{dT}$$

$$\Delta_{vap} \bar{H}_B = \frac{RT^2}{P_B^*} \frac{dP_B^*}{dT} = \frac{8.3145 J/moleK \cdot (298K)^2}{12.7 \times 10^3 Pa} \cdot 0.58 \times 10^3 Pa/K = 33.75 KJ/mole$$

$$\Delta_{vap} \bar{S}_B = \frac{\Delta_{vap} \bar{H}_B}{T} = \frac{33.75 KJ/mole}{298K} = 110 J/mole K$$

$$y_T = 0 \Rightarrow x_T = \phi_T = 0.1 \Rightarrow x_B = 0.9 \quad \text{ב. נתון:}$$

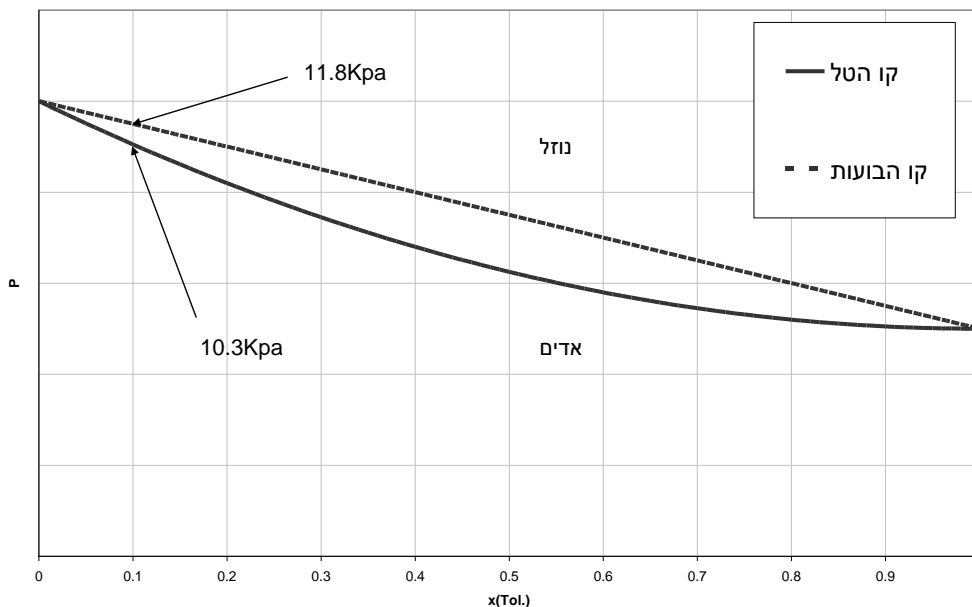
קו הבועות:

$$P_b = P_B^* + (P_T^* - P_B^*) x_T = 12.7 \times 10^3 Pa + (3.79 \times 10^3 Pa - 12.7 \times 10^3 Pa) \cdot 0.1 = 11.8 \times 10^3 Pa$$

$$x_T = 0 \Rightarrow y_T = \phi_T = 0.1 \Rightarrow y_B = 0.9 \quad \text{נתון:}$$

קו הטל:

$$P_d = \frac{P_T^* P_B^*}{P_B^* + (P_B^* - P_T^*) y_T} = \frac{3.79 \times 10^3 Pa \cdot 12.7 \times 10^3 Pa}{12.7 \times 10^3 Pa + (12.7 \times 10^3 Pa - 3.79 \times 10^3 Pa) \cdot 0.1} = 10.3 \times 10^3 Pa$$



$$? = x_i, y_i \quad P = 11 \times 10^3 \text{ Pa} \quad \text{ג.}$$

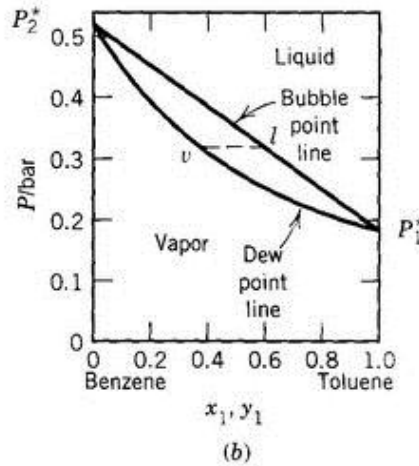
$$x_T = \frac{P_b - P_B^*}{P_T^* - P_B^*} = \frac{11 \times 10^3 \text{ Pa} - 12.7 \times 10^3 \text{ Pa}}{3.79 \times 10^3 \text{ Pa} - 12.7 \times 10^3 \text{ Pa}} = 0.19$$

$$y_T = \frac{P_T^* P_B^* - P_d P_T^*}{P_d (P_B^* - P_T^*)} = \frac{3.79 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot 12.7 \times 10^3 \text{ Pa} - 3.79 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot 11 \times 10^3 \text{ Pa}}{11 \times 10^3 \text{ Pa} (12.7 \times 10^3 \text{ Pa} - 3.79 \times 10^3 \text{ Pa})} = 0.066$$

.ד

$$\begin{aligned} \frac{d}{dT} x_T &= \frac{-\frac{d}{dT} P_B^* (P_T^* - P_B^*) - (P_b - P_B^*) \left(\frac{d}{dT} P_T^* - \frac{d}{dT} P_B^* \right)}{(P_T^* - P_B^*)^2} \\ &= \frac{-0.58(3.79 - 12.7) - (11 - 12.7)(0.20 - 0.58) \text{ Pa}^2/\text{K}}{(3.79 - 12.7)^2} = \frac{4.52}{79.39} \frac{1}{\text{K}} = 0.0570 \frac{1}{\text{K}} \end{aligned}$$

חוק המנוף:



בלחץ נתון (לדוגמה, 0.31 bar) המרכיבים יכולים לנוע על קו הקשר בין הנקודה v ל- l , כאשר $\phi_1 = x_1 + y_1 \geq l$ כל המרכיבים הם במצב נוזלי ($\phi_1 = x_1$) וכאשר $\phi_1 \leq v$ כל המרכיבים במצב אדים ($\phi_1 = y_1$). באמצע הקו המקשר שורר דו-קיום בין הפאזות, וההרכב של הפאזה המעורבת משתנה באופן ליניארי לאורך קו הקשר, ונקבע לפי כלל המנוף:

$$x_{tot} = \frac{x_1 - v}{l - v}, \quad y_{tot} = \frac{x_1 - l}{v - l} \quad \Rightarrow \quad \frac{n_l}{n_v} = \frac{x_{tot} (n_l + n_v)}{y_{tot} (n_l + n_v)} = \frac{x_1 - v}{l - x_1}$$

כאשר x_1 הוא השבר המולי של אחד המרכיבים (בגרף למעלה, טולואן), x_{tot} הוא החלק של הפאזה המעורבת שנמצא במצב נוזלי, ו- y_{tot} הוא החלק של הפאזה המעורבת שנמצא במצב אדים.

שאלה 3**2006 מועד א**

א. כדי למצוא את הלחץ בו מופיע אד לראשונה, נציב את הנתונים במשוואה עבור קו הבועות.

$$x_T = \frac{3}{5}, x_B = \frac{2}{5}$$

$$P_{bubbles} = P_B + P_T = x_B P_B^* + x_T P_T^* = \frac{2}{5} * 103 \text{ torr} + \frac{3}{5} * 32 \text{ torr} = 60 \text{ torr}$$

ב. בנזן נדיף יותר, ולכן יהיה הרוב בפאזה הגזית

$$y_B = x_B \frac{P_B^*}{P} = \frac{2}{5} * \frac{103}{60} = 0.68$$

ג. כדי למצוא את הלחץ בו יעלם הנוזל, נציב את הנתונים במשוואה עבור קו הטל:

$$P(tal) = \frac{P_B^* P_T^*}{P_B^* + y_B (P_T^* - P_B^*)} = \frac{103 * 32}{103 - \frac{2}{5} (103 - 32)} = 44.18 \text{ torr}$$

זוהו הלחץ בו לא יהיה יותר נוזל

ד. כדי למצוא את הרכב הנוזל האחרון, נציב את הלחץ שמצאנו בסעיף ג', במשוואה עבור קו הבועות.

מתוך משוואת קו הבועות, נחלץ את השובר המולי בפאזה הנוזלית, ונציב שם את הנתונים:

$$P_{bubbles} = P_B + P_T = x_B P_B^* + x_T P_T^* = x_B P_B^* + (1 - x_B) P_T^*$$

$$\Rightarrow x_B = \frac{P - P_T^*}{P_B^* - P_T^*} = \frac{44.18 - 32}{103 - 32} = 0.17$$

כלומר, בסוף יש פחות בנזן בנוזל, ולכן יהיה יותר בנזן בגז.

מכיוון שהבנזן יותר נדיף, זו התוצאה לה ציפינו!

שאלה 4:

$$P_A^* = 120\text{torr} \quad P_B^* = 40\text{torr} \quad P_A = 24\text{torr} \quad P_B = 16\text{torr} \quad \text{נתונים:}$$

מכיוון שנתון ש"הוכנה תערובת גזים" אין נוזלים בשלב הראשון (לחץ כולל של 40 torr).
בהינתן הלחצים החלקיים, נשתמש בחוק ראול ונמצא את הפראקציה המולית בפאזה הגזית:

$$y_A = \frac{P_A}{P} = \frac{P_A}{P_A + P_B} = \frac{24\text{torr}}{24\text{torr} + 16\text{torr}} = \frac{24}{40} = 0.6 \Rightarrow y_B = 1 - y_A = 1 - 0.6 = 0.4$$

בכדי למצוא את הרכב התמיסה, נחשב תחילה את קו הבועות וקו הטל:

$$P_{bubble}(x_A) = P_B^* + (P_A^* - P_B^*)x_A = 40\text{torr} + 80\text{torr} \cdot x_A$$

$$P_{dew}(y_A) = \frac{P_A^* P_B^*}{P_A^* + (P_B^* - P_A^*)y_A} = \frac{120\text{torr} \times 40\text{torr}}{120\text{torr} - 80\text{torr} \cdot y_A} = \frac{120\text{torr}}{3 - 2 \cdot y_A}$$

א. נבדוק איזה שבר מולי של הפאזה הגזית מתקבל בלחץ כולל של 50 torr,
באמצעות קו הטל:

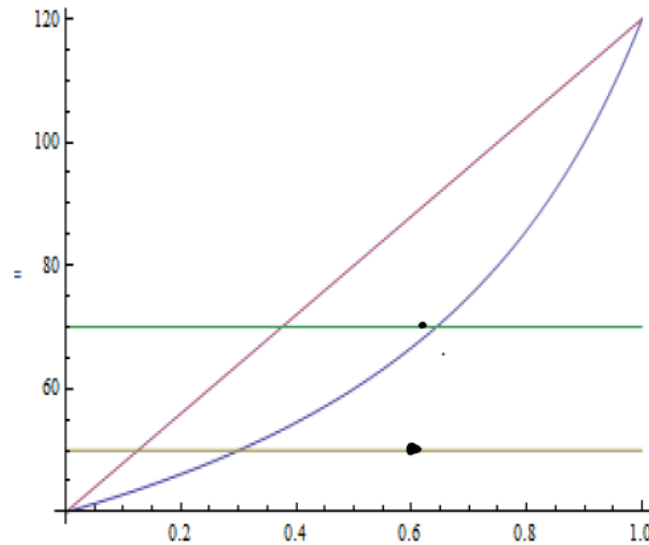
$$50\text{torr} = P = \frac{120\text{torr}}{3 - 2y_A}$$

$$150\text{torr} - 100\text{torr} \cdot y_A = 120\text{torr}$$

$$30\text{torr} = 100\text{torr} \cdot y_A$$

$$y_A = 0.3$$

בלחץ הנתון (50 torr) השבר המולי הכולל של הרכיב היותר נדיף (רכיב A) גדול מהשבר המולי שלו על פי קו הטל, בלחץ זה. אנחנו נמצאים מימין (ומתחת) לקו הטל, לכן אין נוזל. הכי נוח לראות זאת מהגרף המלא של P כנגד x_A ו y_A (הקו הצהוב הוא 50 torr והקו הירוק, 70 torr):



ב. נמצא את הרכב כל אחת מהפאזות בלחץ 70 torr:

$$y_A = \frac{P_A}{P} = \frac{x_A P_A^*}{P} = \frac{0.375 \times 120}{70} \approx 0.64$$

$$P = P_A + P_B = x_A P_A^* + (1 - x_A) P_B^*$$

$$x_A = \frac{P - P_B^*}{P_A^* - P_B^*} = \frac{70 - 40}{120 - 40} = \frac{3}{8} = 0.375$$

היות והשבר המולי הכולל של רכיב A (0.6) נמצא בין x_A ל y_A , ברור שאנו נמצאים היכנשהו על קו הקשר וקיימות שתי הפאזות.

ג. נבדוק איזה שבר מולי של הפאזה הנוזלית מתקבל בלחץ כללי של 100 torr, באמצעות קו הבועות:

$$x_A = \frac{P - P_B^*}{P_A^* - P_B^*} = \frac{100 - 40}{120 - 40} = \frac{3}{4} = 0.75$$

לפי אותו עקרון כמו בסעיף א', כאשר x_A גדול מהשבר המולי הכולל של רכיב A (כאשר A הוא הרכיב הפחות נדיף), אין פאזה גזית.

ד. הוספת גז ארגון אינה משפיעה על הפוטנציאל הכימי של הנוזל מכיוון שהגז הזה (גז אינרטי) לא מתעבה או מתמוסס. נסתכל על השינוי במשוואות לקו הבועות וקו הטל:
קו הבועות:

$$\begin{aligned} P &= P_A + P_B + P_{inert} \\ &= x_A P_A^* + (1 - x_A) P_B^* + P_{inert} \\ &= P_B^* + (P_A^* - P_B^*) x_A + P_{inert} \end{aligned}$$

13.01.13

כלומר, קו הבועות פשוט מוסט בקבוע

$$P = 45\text{torr} + 80\text{torr} \cdot x_A$$

קו הטל:

$$y_1 = \frac{x_1 P_1^*}{P} = \frac{x_1 P_1^*}{x_1 P_1^* + x_2 P_2^* + P_{Ar}} = \frac{x_1 P_1^*}{P_2^* + x_1 (P_1^* - P_2^*) + P_{Ar}}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{y_1 P_2^* + y_1 P_{Ar}}{P_1^* + y_1 (P_2^* - P_1^*)}$$

$$P(\text{dew}) = \frac{x_1 P_1^*}{y_1} = \frac{P_1^*}{y_1} x_1 = \frac{P_1^*}{y_1} \left(\frac{y_1 P_2^* + y_1 P_{Ar}}{P_1^* + y_1 (P_2^* - P_1^*)} \right) = 120 \left(\frac{40 + 5}{120 - 80y_1} \right) = \frac{135}{3 - 2y_1}$$

נמצא את השבר המולי עבור A:

$$\phi_A = \frac{24}{40 + 5} = 0.533$$

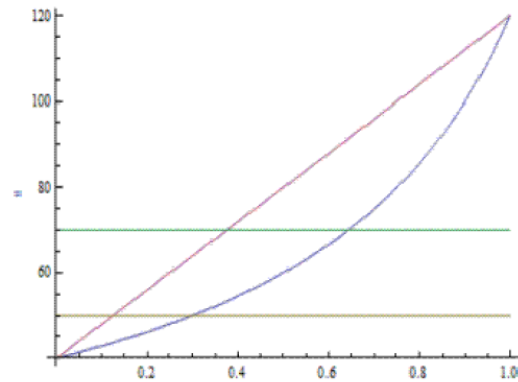
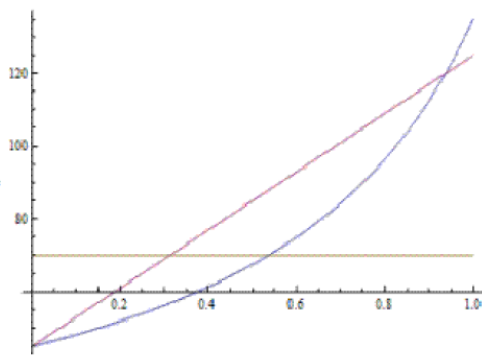
נראה עבור לחץ של 70torr מהו השבר המולי בגז:

$$70 = \frac{135}{3 - 2y_a} \Rightarrow 210 - 140y_a = 135 \Rightarrow y_a = 0.535$$

כלומר: $\phi_A < y_A$

ולכן ניתן להסיק כי תהיה גם פרקציה בנוזל!

$$x_a = y_a \frac{P}{P_a^*} = 0.535 * \frac{70}{120} = 0.312$$



הסבר לסעיף הבנוס:

השפעת ההוספה של גזים אינרטיים:

הגז האינרטי אינו מתעבה ולכן לא מתמוסס בפאזה הנוזלית. אם כן הוא משפיע על הלחץ הכולל ועל הפוטנציאל הכימי של הפאזה הגזית בלבד.¹

$$P = \left(\sum_i^{reactive} y_i + y^{inert} \right) P = \sum_i^{reactive} P_i + P^{inert} = \sum_i^{reactive} x_i P_i^* + P^{inert}$$

לפיכך ניתן לראות שמשוואת קו הבועות עבור תמיסה בינארית פשוט מוסטת בקבוע:

$$P_b = x_1 P_1^* + x_2 P_2^* + P^{inert} = P_2^* + (P_1^* - P_2^*) x_1 + P^{inert}$$

ההשפעה על משוואת קו הטל מעט יותר מורכבת:

$$y_i P = P_i = x_i P_i^*$$

$$P_d = P_1 + P_2 + P^{inert} = y_1 P + x_2 P_2^* + P^{inert}$$

$$= y_1 P \frac{P_1^*}{P_1} + (1 - x_1) P_2^* + P^{inert} = \frac{y_1 P}{P_1^*} P_1^* + P_2^* - \frac{y_1 P}{P_1^*} P_2^* + P^{inert}$$

$$= P \frac{y_1}{P_1^*} (P_1^* - P_2^*) + P_2^* + P^{inert}$$

$$P_d \left(1 - \frac{y_1}{P_1^*} (P_1^* - P_2^*) \right) = P_2^* + P^{inert}$$

$$P_d = \frac{P_2^* + P^{inert}}{1 - \frac{y_1}{P_1^*} (P_1^* - P_2^*)} = \frac{(P_2^* + P^{inert}) P_1^*}{P_1^* + y_1 (P_2^* - P_1^*)}$$

שאלה 5

$$P_A^*(350K) = 300\text{torr} \quad P_B^*(350K) = 900\text{torr} \quad \text{נתונים:}$$

א. תמיסה מגיעה לרתיחה כאשר לחץ האדים מעל התמיסה שווה ללחץ האטמוספרי. נתון שהתערובת רותחת ב $350K$, כלומר הלחץ הוא $1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$. מכיוון שהתמיסה אידיאלית ניתן להשתמש בחוק ראול למציאת הרכב התערובת. נרצה לבטא את x_A באמצעות הלחץ הכולל ולחצי האדים במצבם הטהור, בלבד. עבור הרכב הפאזה הנוזלית נשתמש ב- $P_A = x_A P_A^*$:

$$P = P_A + P_B = x_A P_A^* + x_B P_B^* = x_A P_A^* + (1 - x_A) P_B^*$$

$$x_A (P_A^* - P_B^*) = P - P_B^*$$

$$x_A = \frac{P - P_B^*}{P_A^* - P_B^*} = \frac{760\text{torr} - 900\text{torr}}{300\text{torr} - 900\text{torr}} \approx 0.23 \Rightarrow x_B = 1 - x_A = 0.77$$

ב. עבור הרכב הפאזה האדיית נשתמש ב- $P_A = y_A P$:

$$y_A = \frac{P_A}{P} = \frac{x_A P_A^*}{P} \approx \frac{0.23 \times 300\text{torr}}{760\text{torr}} \approx 0.09 \Rightarrow y_B = 1 - y_A = 0.91$$

ג. השינוי באנרגיה החופשית של גיבס נובע רק מערבוב שני הנוזלים ולכן בערבוב נוזלים הנותנים תמיסה אידיאלית אין שינוי בנפח או חילופי חום בתנאים של טמפרטורה ולחץ קבועים ולכן השינוי באנרגיה הפנימית ובאנתלפיה הינו אפס, והשינוי באנרגיה החופשית נובע אך ורק מערבוב הנוזלים (ויש לזכור כי הרכיבים אידיאליים, כלומר חסרי אינטראקציות)

נחשב את השינוי באנרגיה החופשית של גיבס עבור יצירת התערובת מהחומרים במצב נוזלי:

$$\Delta_{\text{mix}} G = -T \Delta_{\text{mix}} S = RT n_{\text{tot}} [x_A \ln x_A + x_B \ln x_B]$$

$$= 8.3145 \frac{\text{J}}{\text{moleK}} \cdot 350\text{K} \cdot 3\text{mole} \cdot \left[\frac{1}{3} \ln \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \ln \frac{2}{3} \right] = 5557\text{J}$$

השבר המולי הכולל (בשתי הפאזות יחדיו) עבור רכיב A הוא $1/3$. היות והוא גדול מ x_A אותו חישבנו בסעיף א' עבור אותם טמפרטורה ולחץ, כל התערובת תהיה במצב הנוזלי. לכן התרומה היחידה הרלוונטית היא ערבוב הנוזלים.

ד. היחס הנדרש בין חוזק האינטראקציות של החומרים על מנת שנוכל להתייחס אל התמיסה כאידיאלית הוא $V_{A-A} : V_{A-B} : V_{B-B} \sim 1:1:1$. אם יחס זה מתקיים, התמיסה אידיאלית, ותתערבב בכל יחס מולי. על מנת לקבל הפרדת פאזות בתוך הפאזה הנוזלית, לדוגמה, יש להניח שהתמיסה אינה אידיאלית (קיים רכיב אנרגטי הנובע

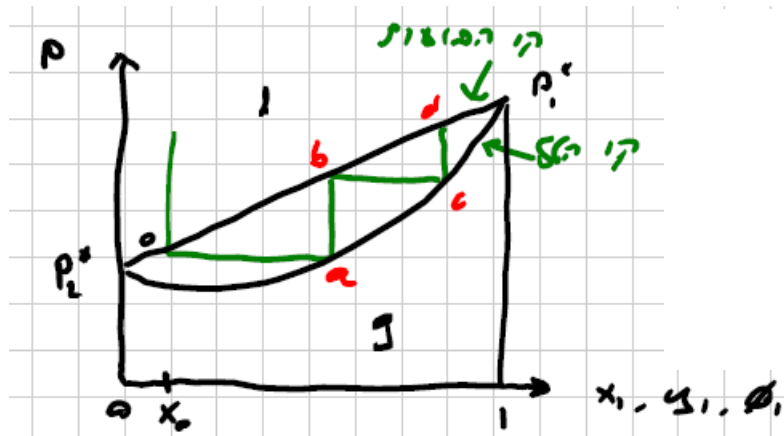
13.01.13

מחוסר שוויון בין האינטראקציות שמתגבר על הכוח המניע האנטרופי עבור החומרים השונים באותו מצב צבירה להתערבב). לדוגמה: שמן ומים.

עקרון הזיקוק:

נניח שיש לנו תערובת אידיאלית ונרצה להישאר עם רכיב אחד (נקרא לו רכיב 1). נסתכל על

דיאגרמת הפאזות:



נתחיל עם תמיסה שבה השבר המולי ההתחלתי עבור רכיב 1 הוא x_0^1 . אם רכיב 1 הוא הנדיף יותר, לחץ האדים שלו במצבו הטהור, P_1^* , גבוה יותר משל רכיב 2, P_2^* . נרצה להעלות את השבר המולי של רכיב 1 בתערובת. לשם כך, נוריד את הלחץ עד שנגיע לקו הבועות (נקודה 0). כעת יש אדים מעל התמיסה (נקודה a). השבר המולי של 1 בפאזה האדית הוא y_a^1 .

נאסוף את הגז ונעלה את הלחץ ל- P_b (נקודה b). נקבל דו-קיום חדש של גז ונוזל כאשר השבר המולי של רכיב 1 בנוזל הוא $x_b^1 > x_0^1$ והשבר המולי של רכיב 1 בגז הוא $y_c^1 > y_a^1$ (נקודה c).

נאסוף את הגז ונעלה את הלחץ ל- P_d (נקודה d). נקבל דו-קיום חדש של גז ונוזל כאשר השבר המולי של רכיב 1 בנוזל הוא $x_d^1 > x_b^1 > x_0^1$. כך נמשיך עד $\lim_{z \rightarrow \infty} x_z^1 = 1$.

פעמים רבות נהוג לעשות אותו דבר עם הטמפרטורה ולא הלחץ, כפי שראיתם בכיתה. הדוגמה שראינו לעיל מניחה טמפרטורה קבועה, ומשחק עם הלחצים.

שאלה 6:

תמיסה ובה 1 מול A ו 2 מול B ($P_A^* = 900\text{torr}$, $P_B^* = 30\text{torr}$) מוחזקת בלחץ של 1000 torr. מה יהיה אחוז A בתמיסה לאחר שלב זיקוק אחד?

השבר המולי הכולל (בשתי הפאזות גם יחד) של רכיב A הוא: $\phi_A = \frac{1}{1+2} = \frac{1}{3} \Rightarrow \phi_B = \frac{2}{3}$

בלחץ ההתחלתי הנתון אין אדים, לכן יש רק נוזל: $x_A = \phi_A = \frac{1}{3}$ $x_B = \phi_B = \frac{2}{3}$

הלחץ בו לראשונה מופיע גז נתון על ידי קו הבועות:

$$P = x_A P_A^* + x_B P_B^* = \frac{1}{3} \cdot 900\text{torr} + \frac{2}{3} \cdot 30\text{torr} = 320\text{torr}$$

ובלחץ זה השבר המולי של הגז יהיה נתון על ידי חוק ראול:

$$x_A P_A^* = P_A = y_A P$$

$$y_A = \frac{x_A P_A^*}{P} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 900\text{torr}}{320\text{torr}} = 0.9375$$

נאסוף את הגז ונתחיל ממנו את שלב הזיקוק הבא. כלומר, כעת $\phi_A = 0.9375$.

מכיוון שישנם הפרשים גדולים בלחצי האדים הטהורים, ניתן להפריד בין המרכיבים בעילות על ידי זיקוק – לאחר שלב זיקוק אחד בלבד כבר קיבלנו תמיסה בה השבר המולי של רכיב A הוא 94%.