

Τμήμα Χημείας

Μάθημα: Φυσικοχημεία II (Εργαστήριο)

Εξετάσεις: Περίοδος Σεπτεμβρίου 2020-21 (29.9.2021)

1. Αέριο αιθάνιο θερμοκρασίας 299 K εκτονώνεται ισενθαλπικά από 1.5 bar σε 1.0 bar. Να υπολογίσετε την τελική θερμοκρασία του αερίου. Δίνεται ο συντελεστής Τζουλ-Τόμσον του CH_3CH_3 $\mu_{JT} = 1.1 \text{ K bar}^{-1}$.

Λύση:

$$\text{Ο ορισμός του συντελεστή είναι } \mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H \approx \frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{T_2 - T_1}{P_2 - P_1} \Rightarrow T_2 = T_1 + \mu_{JT} (P_2 - P_1) \Rightarrow$$

$$T_2 = 299 \text{ K} + 1.1 \text{ K bar}^{-1} \times (1 \text{ bar} - 1.5 \text{ bar}) = 299 \text{ K} - 0.55 \text{ K} = 298.45 \text{ K}$$

2. Η τάση ατμών του οξυγόνου σε 75 K είναι 14.5 kPa, ενώ σε 80 K είναι 30.1 kPa. Να υπολογίσετε την γραμμομοριακή ενθαλπία του O_2 .

Λύση:

Από την εξίσωση Clausius-Clapeyron έχουμε:

$$\frac{d \ln P}{d \frac{1}{T}} = -\frac{\Delta h_{vap}}{R} \Rightarrow \Delta h_{vap} = -R \frac{d \ln P}{d \frac{1}{T}} \approx -R \frac{\Delta \ln P}{\Delta \frac{1}{T}} = -R \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = -R \frac{\ln \frac{P_2}{P_1}}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} \Rightarrow$$

$$\Delta h_{vap} = -8.3144 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times \frac{\ln \frac{30.1 \text{ kPa}}{14.5 \text{ kPa}}}{\frac{1}{80 \text{ K}} - \frac{1}{75 \text{ K}}} = -8.3144 \times \frac{0.7304}{\frac{1}{80} - \frac{1}{75}} \text{ J mol}^{-1} = 7.29 \text{ kJ mol}^{-1}$$

3. Προσθήκη 1 g NaCl σε υδατικό διάλυμα προκαλεί αύξηση του σημείου ζέσεως κατά 0.10 °C. Η προσθήκη στο ίδιο διάλυμα 1 g Na_2SO_4 θα προκαλέσει μεγαλύτερη ή μικρότερη μεταβολή του σημείου ζέσεως του διαλύματος;

Λύση:

Η σχέση της ζεσεοσκοπίας είναι:

$$\Delta T = T - T_0 = K_b \frac{n_2}{m_1} = K_b v_2 \frac{m_2}{M_2 m_1} \text{ όπου έχουμε τις μάζες του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας,}$$

την γραμμομοριακή μάζα της ουσίας και τον αριθμό των σωματιδίων που προκύπτουν στο διάλυμα ανά μόριο. Ας συμβολίσουμε με τόνο τις ποσότητες που αντιστοιχούν στην δεύτερη ουσία. Έτσι έχουμε:

$v_2 = 2$ και $v_2' = 3$, ενώ $M_2 = 58.44 \text{ g/mol}$ και $M_2' = 142 \text{ g/mol}$ και $m_2 = m_2' = 1 \text{ g}$.

$$\frac{\Delta T'}{\Delta T} = \frac{K_b v_2' \frac{m_2'}{M_2' m_1}}{K_b v_2 \frac{m_2}{M_2 m_1}} = \frac{v_2'}{v_2} \frac{M_2}{M_2'} = \frac{3}{2} \times \frac{58.44}{142} = \frac{175.32}{284} < 1 \Rightarrow \Delta T' < \Delta T = 0.10 \text{ }^\circ\text{C}$$

4. Κατά την προσθήκη 0.1 mol υγρής ουσίας B με όγκο 0.95 cm^3 σε καθαρή ουσία A αρχικού όγκου 25 cm^3 προκύπτει μίγμα όγκου 26 cm^3 . Ποια είναι η τιμή του φαινομένου μερικού γραμμομοριακού όγκου της ουσίας B σε αυτό το μίγμα;

Λύση:

Ο ορισμός του φαινομένου μερικού γραμμομοριακού όγκου του συστατικού 2 είναι

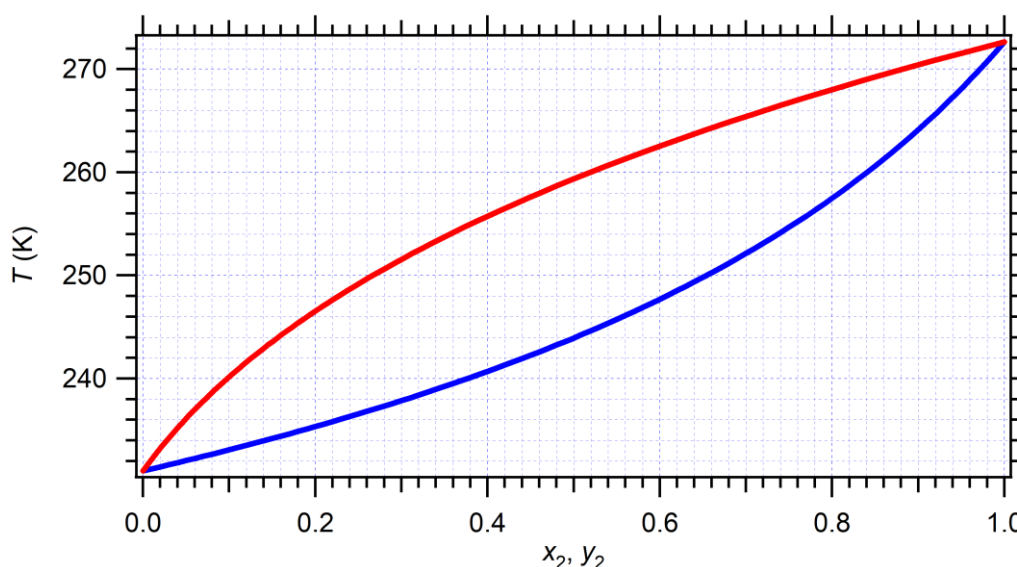
$$\tilde{v}_2 = \frac{V - n_1 v_1^*}{n_2} = \frac{V - V_1^*}{n_2} = \frac{26 \text{ cm}^3 - 25 \text{ cm}^3}{0.1 \text{ mol}} = 10 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

5. Το κανονικό σημείο ζέσεως του προπανίου είναι $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ και του βουτανίου $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ποιο είναι το πιο πιθανό σημείο ζέσεως ισομοριακού υγρού μίγματος των δύο συστατικών: $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$; Να σχεδιάσετε κατάλληλο διάγραμμα.

Λύση:

Οι δύο ενώσεις είναι μέλη της ίδιας ομόλογης σειράς, άκυκλοι υδρογονάνθρακες, και αναμένεται να σχηματίζουν ιδανικό μίγμα στην υγρή φάση. Επομένως το διάγραμμα σημείων ζέσεως-συνθέσεως θα είναι ομαλό, χωρίς αζεotropικό σημείο. Το ισομοριακό μίγμα, δηλ. σε $x_1 = 0.5$, θα έχει σημείο ζέσεως μεταξύ των σημείων ζέσεως των καθαρών συστατικών. Οι πιο πιθανές τιμές είναι -30 και $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Λόγω της καμπυλότητας που εμφανίζει η καμπύλη σημείων ζέσεως συναρτήσει της συστάσεως της υγρής φάσεως, η τιμή $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ είναι η πιο πιθανή.

Ακολουθεί διάγραμμα των σημείων ζέσεως μίγμάτων προπανίου και βουτανίου υπό πίεση 1 atm . Έχει υπολογισθεί με την χρήση της εξίσωσης Clausius-Clapeyron και με βάση τα κανονικά σημεία ζέσεως και τις γραμμομοριακές ενθαλπίες εξατμίσεως των δύο συστατικών, 19.04 kJ/mol και 22.44 kJ/mol . Στο διάγραμμα επιβεβαιώνεται ότι το σημείο ζέσεως του μίγματος με $x_2 = 0.5$ είναι $244\text{ K} = -29\text{ }^{\circ}\text{C}$, δηλ. πολύ κοντά στους $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Χρήσιμες τιμές: $R = 8.31446\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$, $N_A = 6.022141 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$, $1\text{ atm} = 101\text{ kPa}$, $1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$, $1\text{ J} = 1\text{ N m}$, $1\text{ L} = 10^{-3}\text{ m}^3$, $1\text{ cal} = 4.184\text{ J}$, $c = 299792458\text{ m s}^{-1}$.

Ατομικές μάζες (g/mol): H: 1.00794, C: 12.0107, N: 14.00674, O: 15.9994, Na: 22.98977, S: 32.066, P: 30.97376, Cl: 35.453, K: 39.0983, Ca: 40.08, Cr: 51.9961, Br: 79.904, Rb: 85.4678, Ag: 107.8682, Cs: 132.9054

Σύσταση: Να φαίνονται οι αντικαταστάσεις αριθμητικών τιμών στις συμβολικές παραστάσεις και να κάνετε σταδιακή εκτέλεση των πράξεων (απευθείας καταγραφή του τελικού αριθμητικού αποτελέσματος δεν θα γίνει δεκτή). Οι τιμές όλων των μεγεθών να γράφονται με τις μονάδες τους σε όλα τα στάδια των πράξεων.

29/9/2021