

Τμήμα Χημείας

Μάθημα: Φυσικοχημεία II (Εργαστήριο)

Εξετάσεις: Περίοδος Φεβρουαρίου 2016-17 (10.2.2017)

1. Οι παράμετροι της καταστατικής εξίσωσης van der Waals υπολογίζονται από τις τιμές πίεσης (P_C) και θερμοκρασίας (T_C) στο κρίσιμο σημείο από τις εκφράσεις $a = \frac{27R^2T_C^2}{64P_C}$ και $b = \frac{RT_C}{8P_C}$. Να υπολογίσετε αυτές τις παραμέτρους για το υδροϊώδιο το οποίο εμφανίζει $P_C = 8.31$ MPa και $T_C = 424.0$ K.

Λύση:

$$a = \frac{27 \times (8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})^2 \times (424 \text{ K})^2}{64 \times 8.31 \times 10^6 \text{ Pa}} = 0.631 \text{ J}^2 \text{ Pa}^{-1} \text{ mol}^{-2}$$

$$b = \frac{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 424 \text{ K}}{8 \times 8.31 \times 10^6 \text{ Pa}} = 5.30 \times 10^{-5} \text{ J Pa}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 5.30 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} = 53.0 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

2. Η τάση ατμών του προπανίου σε 230 K είναι 97 kPa και σε 240 K είναι 148 kPa. Ποιο είναι το κανονικό σημείο ζέσεως του C_3H_8 ;

Λύση:

Χρησιμοποιούμε την εξίσωση Clausius-Clapeyron.

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

Δίνονται 2 σημεία (P_1, T_1) και (P_2, T_2) της καμπύλης ισορροπίας υγρού-αερίου και ζητείται ένα τρίτο σημείο (P_3, T_3) για το οποίο ξέρουμε την πίεση $P_3 = 1 \text{ atm} = 101 \text{ kPa}$.

$$\frac{\ln \frac{P_1}{P_2}}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)} = -\frac{\Delta h_{vap}}{R} = \frac{\ln \frac{P_1}{P_3}}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_3} \right)} \Rightarrow \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_3} \right) = \frac{\ln \frac{P_1}{P_3}}{\ln \frac{P_1}{P_2}} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{T_3} = \frac{1}{T_1} - \frac{\ln \frac{P_1}{P_3}}{\ln \frac{P_1}{P_2}} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow$$

$$T_3 = \left[\frac{1}{T_1} - \frac{\ln \frac{P_1}{P_3}}{\ln \frac{P_1}{P_2}} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right]^{-1} \Rightarrow T_3 = \left[\frac{1}{230 \text{ K}} - \frac{\ln \frac{97 \text{ kPa}}{101 \text{ kPa}}}{\ln \frac{97 \text{ kPa}}{148 \text{ kPa}}} \left(\frac{1}{230 \text{ K}} - \frac{1}{240 \text{ K}} \right) \right]^{-1} =$$

$$T_3 = \left[0.004348 - \frac{-0.04041}{-0.04225} \times (0.004348 - 0.004167) \right]^{-1} \text{ K} = 230.92 \text{ K}$$

3. Ένα υδατικό διάλυμα περιέχει 0.1 mol/kg NaCl και 0.2 mol/kg K_2SO_4 . Να υπολογίσετε την ιοντική ισχύ του διαλύματος.

Λύση:

$$I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 c_i z_i^2 = \frac{1}{2} (c_{Na} z_{Na}^2 + c_{Cl} z_{Cl}^2 + c_K z_K^2 + c_{SO_4} z_{SO_4}^2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{2} (0.1 \times 1^2 + 0.1 \times 1^2 + 0.4 \times 1^2 + 0.2 \times 2^2) \text{ mol kg}^{-1} = \frac{1}{2} (0.1 + 0.1 + 0.4 + 0.8) \text{ mol kg}^{-1} = 0.7 \text{ mol kg}^{-1}$$

4. Να υπολογίσετε την πυκνότητα μίγματος 0.2 mol NaCl και 10 mol H_2O σε 25°C. Δίνονται ο γραμμομοριακός όγκος του νερού 18.0686 cm^3/mol και ο φαινόμενος μερικός γραμμομοριακός όγκος του άλατος στο μίγμα 19.5883 cm^3/mol .

Λύση:

Η πυκνότητα δίνεται από τη σχέση $\rho = \frac{m}{V}$, ενώ ο όγκος μίγματος υγρών από την σχέση

$V = n_1 v_1^* + n_2 \tilde{v}_2$ και η μάζα αντίστοιχα από την σχέση $m = n_1 M_1 + n_2 M_2$. Απομένει ο υπολογισμός των γραμμομοριακών μαζών των δύο ουσιών για να προχωρήσουμε στην αντικατάσταση.

$$M_1 = (2 \times 1.00794 + 15.9994) \text{ g mol}^{-1} = 18.01528 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_2 = (22.98977 + 35.453) \text{ g mol}^{-1} = 58.443 \text{ g mol}^{-1}$$

Με αντικατάσταση έχουμε:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2}{n_1 v_1^* + n_2 \tilde{v}_2} \Rightarrow \rho = \frac{10 \text{ mol} \times 18.01528 \text{ g mol}^{-1} + 0.2 \text{ mol} \times 58.443 \text{ g mol}^{-1}}{10 \text{ mol} \times 18.0686 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} + 0.2 \text{ mol} \times 19.5883 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 1.0392 \text{ g cm}^{-3}$$

5. Το σημείο ζέσεως της ουσίας A είναι 60°C και της ουσίας B είναι 70°C. Ένα ισομοριακό μίγμα των δύο ουσιών εμφανίζει σημείο ζέσεως σε θερμοκρασία 70°C. Να σχεδιάσετε πρόχειρο διάγραμμα και να εξηγήσετε ποιο από τα ακόλουθα είναι το πιο πιθανό σημείο ζέσεως μίγματος με γραμμομοριακό κλάσμα $x_B = 0.8$: 0°C, 57°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, 100°C.

Λύση:

Έχουμε δεδομένα για 3 σημεία του διαγράμματος σημείων ζέσεως-συνθέσεως για μίγματα των A και B: $x_B = 0.0, T = 60^\circ\text{C}$, $x_B = 0.5, T = 70^\circ\text{C}$, $x_B = 1.0, T = 70^\circ\text{C}$. Γενικά, τέτοια διαγράμματα είτε δεν εμφανίζουν ακρότατα στο ανοιχτό διάστημα (0,1) είτε εμφανίζουν ένα ακρότατο, όπου έχουμε αζεοτροπικό σύστημα. Το διάγραμμα που προκύπτει από τα δεδομένα αναπόφευκτα εμφανίζει μέγιστο στο διάστημα $0.5 < x_B < 1$. Άρα η ζητούμενη θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 70°C. Η τιμή των 100°C είναι πολύ μακριά από τις υπόλοιπες του διαγράμματος, άρα απομένει ως πιο πιθανή η τιμή των 75°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 αναλυτικά οι πράξεις και οι τιμές όλων των μεγεθών να γράφονται με τις μονάδες τους σε όλα τα στάδια των πράξεων.

13/2/2017