

Τμήμα Χημείας

Μάθημα: Φυσικοχημεία II Πρακτικά

Εξέταση: Περίοδος Φεβρουαρίου 2024-25 (10.2.2025)

1. Να υπολογίσετε τον συντελεστή Τζουλ-Τόμσον του N_2 από τη σχέση $\mu_{JT} = (2a - RTb)/RTc_p$ σε θερμοκρασία $27^\circ C$. Δίνονται $a = 1.370 \text{ bar L}^2 \text{ mol}^{-2}$, $b = 0.0387 \text{ L mol}^{-1}$, $c_p(300 \text{ K}) = 29.2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Λύση:

$$\begin{aligned}\mu_{JT} &= (2a - RTb)/RTc_p \Rightarrow \\ \mu_{JT} &= \frac{2 \times 1.370 \text{ bar L}^2 \text{ mol}^{-2} - 8.31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300.15 \text{ K} \times 0.0387 \text{ L mol}^{-1}}{8.31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300.15 \text{ K} \times 29.2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} \Rightarrow \\ \mu_{JT} &= \frac{2 \times 1.370 \times 10^5 \text{ Pa} (10^{-3} \text{ m}^3)^2 - 8.31446 \text{ J} \times 300.15 \times 0.0387 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{8.31446 \text{ J} \times 300.15 \times 29.2 \text{ J K}^{-1}} \Rightarrow \\ \mu_{JT} &= \frac{0.2740 \text{ J m}^3 - 2494.59 \text{ J} \times 0.0387 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{2494.59 \text{ J} \times 29.2 \text{ J K}^{-1}} \Rightarrow \\ \mu_{JT} &= \frac{0.2740 - 0.0965}{72871} \text{ K Pa}^{-1} = \frac{0.1775}{72871} \text{ K Pa}^{-1} = 2.44 \times 10^{-6} \text{ K Pa}^{-1} = 0.244 \text{ K bar}^{-1}\end{aligned}$$

2. Το κανονικό σημείο ζέσεως της βουτανόνης είναι $79.59^\circ C$ και η γραμμομοριακή ενθαλπία εξατμίσεως $31.30 \text{ kJ mol}^{-1}$. Να υπολογίσετε το σημείο ζέσεως σε πίεση 0.8 atm .

Λύση:

Από την εξίσωση Clausius-Clapeyron έχουμε $\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta h_{\text{vap}}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Rightarrow \frac{1}{T_2} = -\frac{R}{\Delta h_{\text{vap}}} \ln \frac{P_2}{P_1} + \frac{1}{T_1} \Rightarrow$

$$\begin{aligned}T_2 &= \left(-\frac{R}{\Delta h_{\text{vap}}} \ln \frac{P_2}{P_1} + \frac{1}{T_1} \right)^{-1} \Rightarrow \\ T_2 &= \left(-\frac{8.31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}}{31.30 \text{ kJ mol}^{-1}} \times \ln \frac{0.8 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} + \frac{1}{(79.59 + 273.15) \text{ K}} \right)^{-1} = \\ &= \left(-2.656 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1} \times (-0.22314) + \frac{1}{(79.59 + 273.15) \text{ K}} \right)^{-1} = (5.93 \times 10^{-5} + 0.002835)^{-1} \text{ K} \\ &= 345.5 \text{ K} = 72.4^\circ C\end{aligned}$$

3. Σε πείραμα ζεσεοσκοπίας με θερμομέτρο Beckman μετρήθηκε το σημείο ζέσεως καθαρού διθειάνθρακα 3.27 K . Προστέθηκαν $1.8 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ και το σημείο ζέσεως βρέθηκε 3.365 K . Το δοχείο με το περιεχόμενο του ζύγιζε 808 g , ενώ το απόβαρο του δοχείου βρέθηκε 557 g . Να υπολογίσετε την K_b (CS_2).

Λύση:

Η σχέση της ζεσεοσκοπίας είναι $\Delta T = K_b \frac{n_2}{m_1}$, όπου $\Delta T = 3.365 - 3.27 = 0.095 \text{ K}$, $m_1 = 808 - 557 - 1.8 = 249.2 \text{ g}$ και $n_2 = \frac{m_2}{M_2}$ με $m_2 = 1.8 \text{ g}$ και $M_2 = 6 M_2 = (6 \times 12.0107 + 12 \times 1.00794 + 6 \times 15.99994) \text{ g mol}^{-1} = 180.156 \text{ g mol}^{-1}$. Άρα:

$$\Delta T = K_b \frac{m_2}{M_2 m_1} \Rightarrow K_b = \frac{\Delta T M_2 m_1}{m_2} \Rightarrow K_b = \frac{0.095 \text{ K} \times 180.156 \text{ g mol}^{-1} \times 249.2 \text{ g}}{1.8 \text{ g}} = 2.37 \text{ K kg mol}^{-1}$$

4. Ποια ιόντα έχουν μεγαλύτερο συντελεστή ενεργότητας σε υδατικό διάλυμα θειικού νατρίου 0.2 mol/L ;

Λύση:

Μας ενδιαφέρουν τα ιόντα Na^+ και SO_4^{2-} . Η θεωρία Debye-Hückel δίνει τους συντελεστές ενεργότητας από τη σχέση $\log \gamma_i = -Az_i^2 \sqrt{I}$, όπου A θετική σταθερά, I η ιοντική ισχύς του διαλύματος και z_i το φορτίο του κάθε ιόντος. Έχουμε

$$|z_{\text{Na}^+}| < |z_{\text{SO}_4^{2-}}| \Rightarrow z_{\text{Na}^+}^2 < z_{\text{SO}_4^{2-}}^2 \Rightarrow -Az_{\text{Na}^+}^2 \sqrt{I} > -Az_{\text{SO}_4^{2-}}^2 \sqrt{I} \Rightarrow \log \gamma_{\text{Na}^+} > \log \gamma_{\text{SO}_4^{2-}}$$

5. Υδατικό διάλυμα NaCl 5.0000 mol kg⁻¹ έχει πυκνότητα 1.1223 g cm⁻³ σε θερμοκρασία 100.0 °C. Να υπολογίσετε τον φαινόμενο μερικό γραμμομοριακό όγκο του NaCl. Στην ίδια θερμοκρασία η πυκνότητα του νερού είναι 0.95840 g cm⁻³.

Λύση:

Ο ορισμός του φαινόμενου μερικού γραμμομοριακού όγκου είναι $\tilde{v}_2 = \frac{V - n_1 v_1^*}{n_2}$.

Βρίσκουμε όγκους από τις πυκνότητες διότι $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$.

Για το καθαρό νερό $v_1^* = \frac{M_1}{\rho_1^*} \Rightarrow n_1 v_1^* = \frac{n_1 M_1}{\rho_1^*} = \frac{m_1}{\rho_1^*}$, ενώ για το μίγμα $m = m_1 + m_2$.

Βρίσκουμε τον αριθμό των γραμμομορίων της διαλυμένης ουσίας από τον ορισμό της συγκεντρώσεως

$$C = \frac{n_2}{m_1} \Rightarrow n_2 = m_1 C.$$

Επιπλέον, $m_2 = n_2 M_2$, οπότε $m = m_1 + n_2 M_2 = m_1 + m_1 C M_2 = m_1 (1 + C M_2)$

$$M_2 = (22.9898 + 35.453) \text{ g mol}^{-1} = 58.443 \text{ g mol}^{-1}$$

Αντικαθιστούμε ό,τι έχουμε βρει:

$$\tilde{v}_2 = \frac{V - n_1 v_1^*}{n_2} = \frac{\frac{m}{\rho} - \frac{m_1}{\rho_1^*}}{m_1 C} = \frac{\frac{m_1(1 + C M_2)}{\rho} - \frac{m_1}{\rho_1^*}}{m_1 C} = \frac{\frac{1 + C M_2}{\rho} - \frac{1}{\rho_1^*}}{C} \Rightarrow$$

$$\tilde{v}_2 = \frac{\frac{1 + 5 \text{ mol kg}^{-1} \times 58.443 \text{ g mol}^{-1}}{1.1223 \text{ g cm}^{-3}} - \frac{1}{0.95840 \text{ g cm}^{-3}}}{5 \text{ mol kg}^{-1}} =$$

$$\tilde{v}_2 = \frac{\frac{1.2922}{1.1223} - \frac{1}{0.9584}}{5} \times 1000 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} = \frac{0.10799}{5} \times 1000 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} = 21.6 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

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

Υπόδειξη: Να φαίνονται αναλυτικά οι πράξεις και να γράφονται οι μονάδες σε όλα τα στάδια των πράξεων.

Υπενθύμιση: $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \neq \frac{1}{a-b}$ ή $\frac{1}{a} = \frac{1}{\beta} + \gamma$ δεν ισοδυναμεί με $\alpha = \beta + \frac{1}{\gamma}$

13,18/2/2025