

Τμήμα Χημείας

Μάθημα: Φυσικοχημεία II Πρακτικά

Εξέταση: Περίοδος Σεπτεμβρίου 2025-26 (22/9/2026)

1. 3 mol αμμωνίας θερμοκρασίας 25 °C βρίσκονται σε πίεση 2 bar και υπόκεινται σε ισενθαλπική εκτόνωση μέχρι πίεση 1 bar. Ποια είναι η τελική θερμοκρασία του αερίου; Δίνεται η σχέση $\mu_{JT} = \frac{1}{c_p} \left[\frac{2a}{RT} - b \right]$, όπου $a = 4.225 \text{ bar L}^2 \text{ mol}^{-2}$, $b = 0.0371 \text{ L mol}^{-1}$, $c_p = 35.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Λύση:

$$\begin{aligned}\mu_{JT} &= \frac{1}{35.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} \times \left[\frac{2 \times 4.225 \text{ bar L}^2 \text{ mol}^{-2}}{8.3144 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298.15 \text{ K}} - 0.0371 \text{ L mol}^{-1} \right] = \\ \mu_{JT} &= \frac{1}{35.1 \text{ J K}^{-1}} \times \left[\frac{2 \times 4.225 \times 10^5 \text{ Pa (10}^{-3} \text{ m}^3)^2}{8.3144 \text{ J} \times 298.15} - 0.0371 (10^{-3} \text{ m}^3) \right] = \\ \mu_{JT} &= \frac{1}{35.1} \times \left[\frac{2 \times 4.225 \times 10^{-1}}{8.3144 \times 298.15} - 0.0371 \times 10^{-3} \right] \text{ K Pa}^{-1} = \\ \mu_{JT} &= \frac{1}{35.1} \times [3.408 \times 10^{-4} - 0.371 \times 10^{-4}] \text{ K Pa}^{-1} = \\ \mu_{JT} &= \frac{1}{35.1} \times 3.038 \times 10^{-4} \text{ K Pa}^{-1} = 8.65 \times 10^{-6} \text{ K Pa}^{-1} = 0.865 \text{ K bar}^{-1}\end{aligned}$$

Ο ορισμός του συντελεστή Τζουλ-Τόμσον είναι

$$\begin{aligned}\mu_{JT} &= \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H \approx \frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{T_2 - T_1}{P_2 - P_1} \Rightarrow T_2 - T_1 = \mu_{JT} (P_2 - P_1) \Rightarrow T_2 = T_1 + \mu_{JT} (P_2 - P_1) \Rightarrow \\ T_2 &= 25^\circ\text{C} + 0.865 \text{ K bar}^{-1} \times (1 \text{ bar} - 2 \text{ bar}) = 25^\circ\text{C} - 0.865 \text{ K} = 24.135^\circ\text{C}\end{aligned}$$

2. Στην άσκηση της ζεσεοσκοπίας για ένα υδατικό διάλυμα η ένδειξη του θερμομέτρου Beckman ήταν 2.45 K. Με προσθήκη 1.8 g άγνωστης ουσίας η ένδειξη έγινε 2.46 K, ενώ η ζύγιση του τελικού διαλύματος ήταν 502 g. Ποια είναι η γραμμομοριακή μάζα της άγνωστης ουσίας; $K_b = 0.5 \text{ K kg mol}^{-1}$.

Λύση:

$$\begin{aligned}\text{Η σχέση της ζεσεοσκοπίας είναι } \Delta T &= K_b \frac{n_2}{m_1} = K_b \frac{m_2}{M_2 m_1} \Rightarrow \\ \Rightarrow M_2 &= K_b \frac{m_2}{\Delta T m_1} = 0.5 \text{ K kg mol}^{-1} \times \frac{1.8 \text{ g}}{0.01 \text{ K} \times 500 \text{ g}} = 0.18 \text{ kg mol}^{-1} = 180 \text{ g mol}^{-1}\end{aligned}$$

3. Σε ποιο από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα εμφανίζει μεγαλύτερη διαλυτότητα ο γύψος (CaSO_4); α) NaNO_3 0.1 mol L⁻¹, β) Na_2SO_4 0.01 mol L⁻¹.

Λύση:

Από την θεωρία Debye-Hückel περιμένουμε το διάλυμα με την μεγαλύτερη συγκέντρωση ηλεκτρολυτών και με τα μεγαλύτερα ιοντικά φορτία να έχει μικρότερους συντελεστές ενεργότητας, άρα να επιτρέπει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις δυσδιάλυτου άλατος με συγκεκριμένο K_{sp} . Δηλ. ο γύψος θα διαλυόταν σε μεγαλύτερη ποσότητα στο διάλυμα Na_2SO_4 . Όμως το β) έχει κοινό ιόν με τον γύψο. Έτσι, η διαλυτότητα θα είναι μεγαλύτερη στο α).

4. Σε θερμοκρασία 20 °C υδατικό διάλυμα CH_3COOH περιεκτικότητας 10% κατά μάζα έχει πυκνότητα 1.0125 g cm⁻³, ενώ διάλυμα 11% έχει πυκνότητα 1.0139 g cm⁻³. Τι τιμή έχει ο μερικός γραμμομοριακός όγκος του οξικού οξέος;

Λύση:

Ας ονομάσουμε Α το πρώτο διάλυμα ($\epsilon_A = 0.1$) και Β το άλλο ($\epsilon_B = 0.11$). Ο ορισμός του μερικού γραμμομοριακού όγκου του συστατικού 2 ενός διαλύματος είναι

$$v_2 = \left(\frac{\partial V}{\partial n_2} \right)_{n_1} \approx \frac{\Delta V}{\Delta n_2} = \left(\frac{V_B - V_A}{n_{2B} - n_{2A}} \right)_{n_1}$$

Ο όγκος του διαλύματος Α συνδέεται με την πυκνότητά του:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow V_A = \frac{m_A}{\rho_A} \text{ όπου } m_A = m_{1A} + m_{2A} \text{ με } \epsilon_A = \frac{m_{2A}}{m_A} \Rightarrow m_{2A} = m_A \epsilon_A \text{ και}$$

$$m_{1A} = m_A(1 - \varepsilon_A) \Rightarrow m_A = \frac{m_{1A}}{(1 - \varepsilon_A)} \Rightarrow m_{2A} = m_{1A} \frac{\varepsilon_A}{1 - \varepsilon_A} \Rightarrow V_A = \frac{m_{1A}}{\rho_A(1 - \varepsilon_A)}.$$

Ο αριθμός των γραμμομορίων του συστατικού 2 είναι $n_{2A} = \frac{m_{2A}}{M_2} = \frac{m_{1A}}{M_2} \frac{\varepsilon_A}{1 - \varepsilon_A}$. Ομοίως για το διάλυμα Β.

Με αντικαταστάσεις έχουμε:

$$v_2 = \left(\frac{V_B - V_A}{n_{2B} - n_{2A}} \right)_{n_1} = \frac{\frac{m_{1B}}{\rho_B(1 - \varepsilon_B)} - \frac{m_{1A}}{\rho_A(1 - \varepsilon_A)}}{\frac{m_{1B}}{M_2} \frac{\varepsilon_B}{1 - \varepsilon_B} - \frac{m_{1A}}{M_2} \frac{\varepsilon_A}{1 - \varepsilon_A}}$$

Για να ισχύσει η συνθήκη της μερικής παραγωγού, δηλ. n_1 να είναι σταθερό, πρέπει $m_{1B} = m_{1A}$. Έτσι η προηγούμενη σχέση απλοποιείται ως εξής:

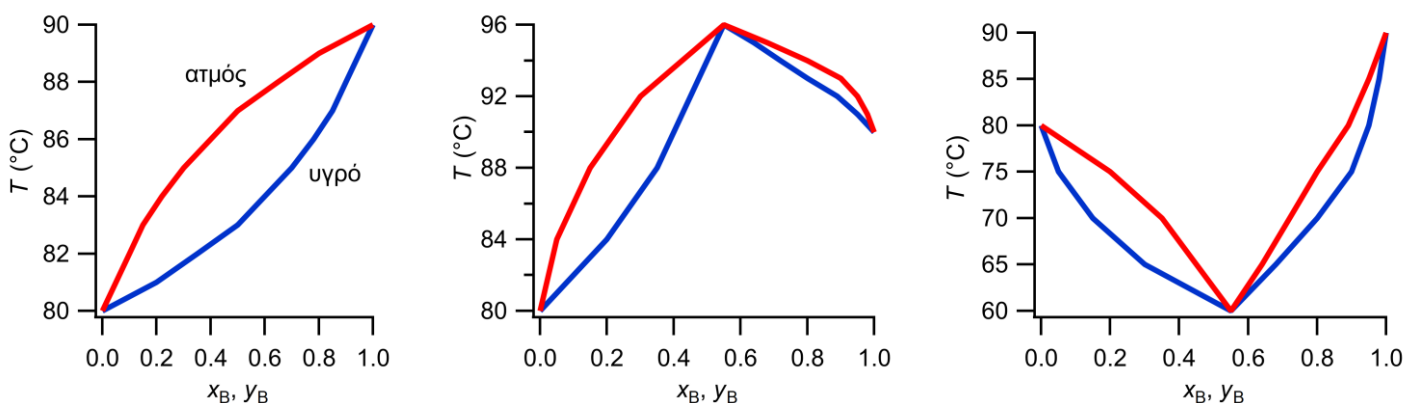
$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{\frac{1}{\rho_B(1 - \varepsilon_B)} - \frac{1}{\rho_A(1 - \varepsilon_A)}}{\frac{1}{M_2} \frac{\varepsilon_B}{1 - \varepsilon_B} - \frac{1}{M_2} \frac{\varepsilon_A}{1 - \varepsilon_A}} = \frac{\frac{1}{\rho_B(1 - \varepsilon_B)} - \frac{1}{\rho_A(1 - \varepsilon_A)}}{\frac{\varepsilon_B}{1 - \varepsilon_B} - \frac{\varepsilon_A}{1 - \varepsilon_A}} M_2 \Rightarrow \\ v_2 &= \frac{\frac{1}{1.0139 \text{ g cm}^{-3} \times (1 - 0.11)} - \frac{1}{1.0125 \text{ g cm}^{-3} \times (1 - 0.1)}}{\frac{0.11}{1 - 0.11} - \frac{0.1}{1 - 0.1}} \times 60.0526 \text{ g mol}^{-1} = \\ &= \frac{\frac{1}{0.902371} - \frac{1}{0.91125}}{\frac{0.11}{0.89} - \frac{0.1}{0.9}} \times 60.0526 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} = \frac{1.10819 - 1.0974}{0.1236 - 0.1111} \times 60.0526 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} = \\ &= \frac{0.010798}{0.01248} \times 60.0526 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} = 0.8649 \times 60.0526 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} = 51.94 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} \end{aligned}$$

5. Το υγρό Α έχει σημείο ζέσεως 80 °C και το υγρό Β 90 °C. Μίγμα που αποτελείται κυρίως από το Α και λίγο Β έχει σημείο ζέσεως 81 °C. Με βάση αυτές τις πληροφορίες περιμένουμε να παρατηρηθεί αζεotropικό σημείο ή όχι και αν ναι, μεγίστου ή ελαχίστου; Εξηγήστε και με την βοήθεια διαγραμμάτων.

Λύση:

Αν σχηματίζεται αζεotropικό μεγίστου η θερμοκρασία του θα είναι μεγαλύτερη από τα σημεία ζέσεως των καθαρών συστατικών, ενώ αν σχηματίζεται ελαχίστου, μικρότερη και από τα δύο. Το μίγμα έχει σημείο ζέσεως μεγαλύτερο από την καθαρή ουσία που είναι το κύριο συστατικό του. Θα μπορούσε να είναι πάνω σε μονότονη καμπύλη μέχρι την άλλη καθαρή ουσία ή να εμφανίζει μέγιστο. Συνεπώς, δεν ξέρουμε αν σχηματίζεται αζεotropικό. Αν όμως σχηματιστεί, θα είναι αζεotropικό μεγίστου.

Τα πιθανά σχήματα που περιγράφουν τα σημεία ζέσεως των καθαρών ουσιών είναι:



Τα δύο πρώτα ταιριάζουν με την περιγραφή του τρίτου σημείου (πολύ Α, λίγο Β), όχι όμως το τρίτο διάγραμμα. Άρα, δεν ξέρουμε αν σχηματίζεται αζεotropικό. Αν όμως σχηματίζεται, θα είναι αζεotropικό μεγίστου (το μεσαίο διάγραμμα).

22/9/2026