

Τμήμα Χημείας

Μάθημα: Φυσικοχημεία II (Εργαστήριο)

Εξετάσεις: Περίοδος Μαΐου 2014-2015 (5.5.2015)

1. 3 mol αερίου C_2H_6 , το οποίο είναι αρχικά σε θερμοκρασία $20^\circ C$ και πίεση 1.5 bar, υποβάλλονται σε ισενθαλπική εκτόνωση μέχρι τελική πίεση 1 bar. Ποια είναι η τελική θερμοκρασία του αερίου; Δίνονται οι πληροφορίες $\mu_{JT} = \frac{1}{c_p} \left(T \frac{dB(T)}{dT} - B(T) \right)$, $c_p(20^\circ C) = 51.5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $B(20^\circ C) = -190.45 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$, $B(21^\circ C) = -189.14 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Λύση:

Σύμφωνα με τον ορισμό του συντελεστή Τζουλ-Τόμσον $\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H$. Αν η τιμή του συντελεστή δεν

αλλάζει στο διάστημα που εξετάζουμε, $\mu_{JT} = \frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{T_2 - T_1}{P_2 - P_1} \Rightarrow T_2 = T_1 + \mu_{JT} (P_2 - P_1)$.

Υπολογίζουμε την τιμή του συντελεστή από τον διαθέσιμο τύπο.

$$\mu_{JT} = \frac{1}{51.5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} \left((20 + 273.15) \text{ K} \times \frac{(-189.14 - (-190.45)) \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}}{((21 + 273.15) - (20 - 273.15)) \text{ K}} - (190.45 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}) \right) =$$
$$= \frac{1}{51.5 \text{ J K}^{-1}} (384.026 + 190.45) \text{ cm}^3 = 11.18 \text{ K} \times \frac{(10^{-2} \text{ m})^3}{\text{N m}} = 1.118 \times 10^{-5} \text{ K Pa}^{-1} = 1.118 \text{ K bar}^{-1}$$

$$\text{Τελικώς, } T_2 = (20 + 273.15) \text{ K} + 1.118 \frac{\text{K}}{\text{bar}} \times (1 - 1.5) \text{ bar} = 292.59 \text{ K} = 19.44^\circ C$$

2. Η τάση ατμών του CH_2Br_2 σε $-7^\circ C$ είναι 1 kPa και σε $35.2^\circ C$ είναι 10 kPa. Ποια είναι η γραμμομοριακή ενθαλπία εξατμίσεως του διβρωμομεθανίου;

Λύση:

Σύμφωνα με την εξίσωση Clausius – Clapeyron έχουμε

$$\frac{d \ln P}{d \frac{1}{T}} = -\frac{\Delta h_{vap}}{R} \Rightarrow \Delta h_{vap} = -R \frac{d \ln P}{d \frac{1}{T}} \approx -R \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = -R \frac{\ln \frac{P_2}{P_1}}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} \Rightarrow$$
$$\Delta h_{vap} = -8.31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times \frac{\ln \frac{10 \text{ kPa}}{1 \text{ kPa}}}{\frac{1}{35.2 + 273.15} - \frac{1}{-7 + 273.15}} \text{ K} = 8.31446 \times \frac{2.3026}{5.14 \times 10^{-4}} \text{ J mol}^{-1} = 37.2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

3. Σε ένα πείραμα ζεσεοσκοπίας εντός δοχείου Dewar τοποθετήθηκαν 150 g H_2O θερμοκρασίας $20^\circ C$. Ποια είναι η μικρότερη δυνατή τιμή της μάζας του H_2O που βρίσκεται στο δοχείο μετά την αύξηση της θερμοκρασίας του σε $100^\circ C$. Θυμηθείτε ότι το περιεχόμενο του δοχείου θερμαίνεται με την βοήθεια ατμού; Δίνονται $c_p = 75.72 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $\Delta h_{vap}(100^\circ C) = 40.66 \text{ kJ mol}^{-1}$

Λύση:

Η αρχική μάζα m_1 θερμαίνεται από $20^\circ C$ σε $100^\circ C$. Η θερμότητα (ενθαλπία) παρέχεται από συμπύκνωση ατμού μάζας m_2 ο οποίος βρίσκεται στο σημείο ζέσεώς του. Για το σύνθετο σύστημα υγρού και ατμού έχουμε $\Delta H_{ολικό} = 0 = \Delta H_1 + \Delta H_2$.

$$\Delta H_1 = \int_{T_1}^{T_2} dH_1 = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT = \int_{T_1}^{T_2} \frac{m_1}{M_1} c_p dT = \frac{m_1}{M_1} c_p \int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{m_1}{M_1} c_p (T_2 - T_1) \Rightarrow$$

$$\Delta H_2 = \frac{m_2}{M_1} (-\Delta h_{vap}) \Rightarrow m_2 = -\frac{\Delta H_2}{\Delta h_{vap}} M_1 = \frac{m_1}{M_1} c_p (T_2 - T_1) \frac{M_1}{\Delta h_{vap}} = m_1 \frac{c_p}{\Delta h_{vap}} (T_2 - T_1)$$

Τελικώς, η ολική μάζα του υγρού θα είναι $m_1 + m_2$, οπότε:

$$m_1 + m_2 = m_1 + m_1 \frac{c_p}{\Delta h_{\text{vap}}} (T_2 - T_1) = m_1 \left(1 + \frac{c_p}{\Delta h_{\text{vap}}} (T_2 - T_1) \right) \Rightarrow$$

$$m = 150 \text{ g} \left(1 + \frac{75.72 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}}{40.66 \text{ kJ mol}^{-1}} \times ((100 + 273.15) - (20 + 273.15)) \text{ K} \right) = 150 \text{ g} \left(1 + \frac{75.72 \times 80}{40660} \right) = 172.35 \text{ g}$$

4. Ετοιμάζουμε υδατικό διάλυμα NaNO_3 με περιεκτικότητα 28% κατά μάζα σε θερμοκρασία 40°C . Ποια είναι η πυκνότητα του διαλύματος, αν δίνονται οι μερικοί γραμμομοριακοί όγκοι του διαλύτη $v_1 = 18.0299 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ και της διαλυμένης ουσίας $v_2 = 35.2361 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. $M_1 = 18.01528 \text{ g mol}^{-1}$, $M_2 = 84.99467 \text{ g mol}^{-1}$.

Λύση:

Αν ε είναι η περιεκτικότητα, τότε:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 + m_2}{n_1 v_1 + n_2 v_2} = \frac{m(1-\varepsilon) + m\varepsilon}{\frac{m(1-\varepsilon)}{M_1} v_1 + \frac{m\varepsilon}{M_2} v_2} = \frac{1}{\frac{1-\varepsilon}{M_1} v_1 + \frac{\varepsilon}{M_2} v_2} \Rightarrow$$

$$\rho = \frac{1}{\frac{1-0.28}{18.01528 \text{ g mol}^{-1}} \times 18.0299 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} + \frac{0.28}{84.9947 \text{ g mol}^{-1}} \times 35.2361 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 1.195 \text{ g cm}^{-3}$$

5. Το υγρό Α έχει δείκτη διαθλάσεως 1.30 και το υγρό Β 1.70. Το κανονικό σημείο ζέσεως του Α είναι 60°C και του Β 70°C . Κάποιο ομοιογενές υγρό μίγμα των Α και Β εμφανίζει σημείο ζέσεως 73°C . Άλλο μίγμα έχει δείκτη διαθλάσεως 1.35. Ποια από τις επόμενες είναι πιθανή τιμή για το σημείο ζέσεως αυτού του μίγματος: 50°C , 55°C , 60°C , 65°C , 70°C , 75°C , 80°C .

Λύση:

Η πληροφορία περί του μίγματος με σημείο ζέσεως σε 73°C , δηλ. υψηλότερο από τα σημεία ζέσεως των καθαρών συστατικών του μίγματος, δηλώνει ότι πρέπει να σχηματίζεται αζεotropικό μίγμα μεγίστου σε κάποια σύσταση με σημείο ζέσεως 73°C ή και πιο ψηλά. Επομένως, με προσθήκη μικρής ποσότητας Β σε μεγάλη ποσότητα του Α, το σημείο ζέσεως του μίγματος θα είναι κοντά σε αυτό του Α, αλλά πιο ψηλά. Η προσθήκη του Β είναι μικρή, διότι ο δείκτης διαθλάσεως του μίγματος είναι πολύ κοντά σε αυτόν του καθαρού Α. Αν υποθέσουμε ότι η σχέση μεταξύ συστάσεως και δείκτη διαθλάσεως είναι γραμμική, θα έχουμε $n = x_A (n_B - n_A) + n_A$, όπου $n_A = 1.30$, $n_B = 1.70$. Για $n = 1.35$, έχουμε

$$x_A = \frac{n - n_A}{n_B - n_A} = \frac{1.35 - 1.30}{1.70 - 1.30} = \frac{5}{40} = 0.125$$

Άρα, το σημείο ζέσεως του μίγματος που έχει δείκτη διαθλάσεως 1.35 είναι λίγο πιο πάνω από 60°C , δηλ. η τιμή 65°C είναι η πιο πιθανή.

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.

4/5/2015