

Τμήμα Χημείας

Μάθημα: Φυσικοχημεία II (Εργαστήριο)

Εξετάσεις: Περίοδος Ιουνίου 2015-16 (16.6.2016)

1. Σε ένα πείραμα Τζουλ-Τόμσον προκαλούμε πτώση πίεσεως σε ατμούς νερού από $P_1 = 0.01$ bar σε $P_2 = 0.005$ bar με αρχική θερμοκρασία $T_1 = 298.15$ K. Ποιά η τελική θερμοκρασία; Δίνεται $\mu_{JT} = 8.4$ K bar⁻¹.
Λύση:

$$\text{Σύμφωνα με τον ορισμό του συντελεστή } \mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H \approx \frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{T_2 - T_1}{P_2 - P_1} \Rightarrow$$

$$T_2 - T_1 = \mu_{JT}(P_2 - P_1) \Rightarrow T_2 = T_1 + \mu_{JT}(P_2 - P_1) \Rightarrow$$

$$T_2 = 298.15 \text{ K} + 8.4 \text{ K bar}^{-1} \times (0.005 - 0.01) \text{ bar} = 298.15 \text{ K} - 8.4 \times 0.005 \text{ K} = 298.108 \text{ K}$$

2. Αν κατά την εκτέλεση της ασκήσεως ζεσεοσκοπίας εκτελούσαμε απόλυτη (αντί σχετική) μέτρηση του σημείου ζέσεως του νερού, θα το βρίσκαμε μεγαλύτερο, ίσο ή μικρότερο από 373.15 K, αν λάβουμε υπόψη μας ότι το εργαστήριο βρίσκεται σε υψόμετρο 240 m;

Λύση:

Το ερώτημα αυτό δεν έχει σχέση με την ζεσεοσκοπία, αλλά με την εξάρτηση της τάσεως ατμών από την θερμοκρασία ή την εξάρτηση του σημείου ζέσεως από την πίεση. Με αύξηση του υψομέτρου η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται. Η καμπύλη της τάσεως ατμών όλων των υγρών είναι αύξουσα συνάρτηση της θερμοκρασίας. Βρασμός επέρχεται όταν η τάση ατμών του υγρού εξισώνεται με την εξωτερική πίεση. Εφόσον μειώνεται η ατμοσφαιρική πίεση, ο βρασμός επέρχεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από το κανονικό σημείο ζέσεως του νερού, δηλ. κάτω από τους 100 °C.

3. Να υπολογίσετε την ιοντική ισχύ κορεσμένου υδατικού διαλύματος κυανιούχου αργύρου σε 25 °C. Δίνεται $K_{sp}(\text{AgCN}) = 1.6 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Λύση:

$$\text{Σύμφωνα με τον ορισμό } I = \frac{1}{2} \sum_i c_i z_i^2.$$

Η μοριακότητα (διαλυτότητα) των ιόντων της διαλυμένης ουσίας βρίσκεται από το γινόμενο διαλυτότητας.

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{CN}^-] \Rightarrow [\text{Ag}^+] = [\text{CN}^-] = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1.6 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ kg}^{-2}} = 1.26 \times 10^{-7} \text{ mol kg}^{-1}$$

Ο υπολογισμός υποθέτει ότι οι συντελεστές ενεργότητας είναι 1, πράγμα που δικαιολογείται εφόσον είναι τόσο αραιό το κορεσμένο διάλυμα.

Η συγκεντρώσεις είναι συγκρίσιμες με αυτές των ιόντων από την διάσταση των μορίων του διαλύτη.

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ kg}^{-2} \Rightarrow [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol kg}^{-1}$$

Συνεπώς η ιοντική ισχύς είναι:

$$I = \frac{1}{2} ([\text{Ag}^+]^2 + [\text{CN}^-]^2 + [\text{H}^+]^2 + [\text{OH}^-]^2) = (1.26 + 1.0) \text{ mol kg}^{-1} = 2.26 \text{ mol kg}^{-1}$$

4. Να υπολογίσετε την πυκνότητα μίγματος νερού και αιθανόλης ($x_{\text{H}_2\text{O}} = 0.80$) σε θερμοκρασία 20 °C. Δίνονται οι μερικοί γραμμομοριακοί όγκοι $v_{\text{H}_2\text{O}} = 17.653 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ και $v_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 55.927 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Λύση:

Ο ορισμός της πυκνότητας είναι

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2}{n_1 v_1 + n_2 v_2} = \frac{x_1 M_1 + x_2 M_2}{x_1 v_1 + x_2 v_2} \Rightarrow$$

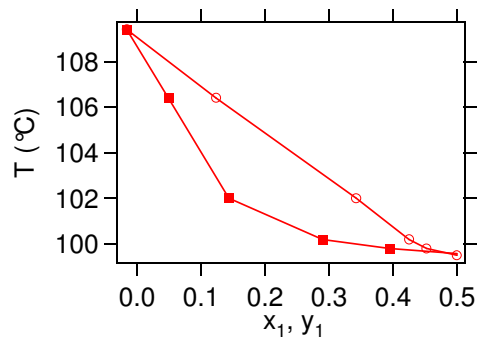
$$\rho = \frac{0.8 \times 18.015 + 0.2 \times 46.07 \text{ g mol}^{-1}}{0.8 \times 17.653 + 0.2 \times 55.927 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}} = \frac{23.626 \text{ g}}{25.308 \text{ cm}^3} = 0.9335 \text{ g cm}^{-3}$$

5. Μίγματα ισοβουτανόλης (1) και τολουολίου (2) εμφανίζουν σημεία ζέσεως όπως φαίνονται στο διάγραμμα. Να χαρακτηρίσετε το σύστημα αυτών των μιγμάτων και να εκτιμήσετε την τιμή του σημείου ζέσεως της ισοβουτανόλης.

Λύση:

Εφόσον βλέπουμε ότι για x_1 περίπου ίσο με 0.5 οι δύο καμπύλες συναντώνται, συμπεραίνουμε ότι εκεί πρέπει να σχηματίζεται αζεοτροπικό μίγμα. Η θερμοκρασία του αζεοτροπικού είναι χαμηλότερη από το σημείο ζέσεως του καθαρού τολουολίου, οπότε έχουμε αζεοτροπικό ελαχίστου.

Συνεπώς το σημείο ζέσεως της ισοβουτανόλης θα βρίσκεται σε θερμοκρασία υψηλότερη από 100 °C, αλλά πόσο παραπάνω δεν είναι δυνατό να το εκτιμήσουμε. (Πειραματικά η τιμή βρέθηκε 106.5 °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.

17/6/2016