

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

3^ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1: γ, A2: α, A3: β, A4: β, A5: γ.

ΘΕΜΑ Β

B1.

α. Σωστή.

Και για τα δύο ρυθμιστικά διαλύματα ισχύει η εξίσωση Henderson - Hasselbalch.

Στο πρώτο διάλυμα (Δ1) ισχύει:

$$\text{pH}_{\Delta 1} = \text{pK}_{a, \text{CH}_3\text{COOH}} + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\Delta 1}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 1}}$$

Στο δεύτερο διάλυμα (Δ2), λόγω της αραίωσης, ισχύει:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\Delta 2} = \frac{1}{10} [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\Delta 1} \text{ και } [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 2} = \frac{1}{10} [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 1}.$$

$$\text{Άρα } \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\Delta 2}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 2}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\Delta 1}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 1}}.$$

Επομένως:

$$\text{pH}_{\Delta 2} = \text{pK}_{a, \text{CH}_3\text{COOH}} + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\Delta 2}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 2}} = \text{pK}_{a, \text{CH}_3\text{COOH}} + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\Delta 1}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 1}} = \text{pH}_{\Delta 1}.$$

Για τους βαθμούς ιοντισμού, δεδομένου ότι $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\Delta 1} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\Delta 2} = [\text{H}_3\text{O}^+]$, θα ισχύει:

$$\alpha_{\Delta 2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 2}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 1}}{10}} = 10 \cdot \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\Delta 1}} = 10 \cdot \alpha_{\Delta 1}$$

β. Σωστή.

Τα διαλύματα NaOH και CH_3NH_2 έχουν ίδιο pH, άρα έχουν ίδια $[\text{OH}^-]$.

Η CH_3NH_2 είναι ασθενής βάση, άρα $C_{\text{CH}_3\text{NH}_2} > [\text{OH}^-]$.

Το NaOH είναι ισχυρή βάση, άρα $C_{\text{NaOH}} = [\text{OH}^-]$.

Ός εκ τούτου, $C_{\text{CH}_3\text{NH}_2} > C_{\text{NaOH}}$.

Αφού οι όγκοι είναι ίσοι, με βάση τη σχέση $n = C \cdot V$ προκύπτει ότι $n_{\text{CH}_3\text{NH}_2} > n_{\text{NaOH}}$.

Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης των δύο βάσεων με το HCl είναι μονόδρομες με στοιχειομετρική αναλογία 1:1, επομένως το διάλυμα που θα απαιτήσει μεγαλύτερο

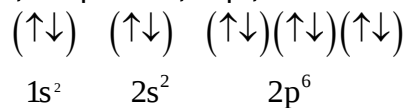
όγκο διαλύματος HCl για να εξουδετερωθεί πλήρως, είναι αυτό με τα περισσότερα mol βάσης, δηλαδή αυτό της μεθυλαμίνης.

γ. Λανθασμένη.

Η αντίδραση είναι αμφίδρομη. Η ταχύτητα v_1 ελαττώνεται σταδιακά, επειδή ελαττώνονται οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων H_2 και I_2 . Η ταχύτητα v_2 από μηδέν, αυξάνεται σταδιακά, επειδή αυξάνεται η συγκέντρωση του προϊόντος HI. Το σύστημα φθάνει σε χημική ισορροπία όταν οι ταχύτητες v_1 και v_2 εξισωθούν, δηλαδή αποκτήσουν την ίδια τιμή. Με άλλα λόγια, η v_1 ελαττώνεται μέχρι να σταθεροποιηθεί σε μία τιμή, η οποία είναι διάφορη του μηδενός.

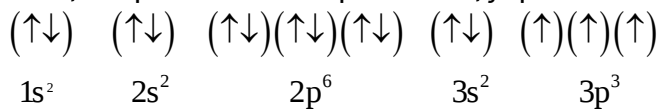
B2.

α. Το στοιχείο Σ_1 είναι ευγενές αέριο με ηλεκτρόνια σε p υποστιβάδα και έχει τον ελάχιστο ατομικό αριθμό, άρα υποχρεωτικά ανήκει στην 2^η περίοδο και έχει ηλεκτρονιακή δομή:



Οπότε, $Z_{\Sigma_1} = 10$.

Το στοιχείο Σ_2 ανήκει στην 3^η περίοδο όπου δεν υπάρχουν στοιχεία με d ηλεκτρόνια. Για να έχει το μέγιστο δυνατό αριθμό μονήρων ηλεκτρονίων θα πρέπει να έχει από ένα ηλεκτρόνιο σε κάθε τροχιακό της 3p υποστιβάδας.



Οπότε: $Z_{\Sigma_2} = 15$

β. Τα στοιχεία Σ_1 και Σ_2 δεν ανήκουν ούτε στην ίδια ομάδα ούτε στην ίδια περίοδο.

Παρατηρούμε ότι για το ευγενές αέριο Σ_3 , το οποίο ανήκει στην 3^η περίοδο και στην 18^η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, ισχύουν τα εξής:

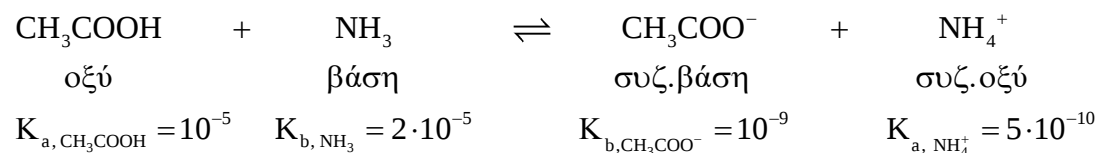
Έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Σ_1 , επειδή η ατομική ακτίνα σε στοιχεία της ίδιας ομάδας αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω. Οπότε $AA_{\Sigma_3} > AA_{\Sigma_1}$ (1).

Έχει μικρότερη ατομική ακτίνα από το Σ_2 , επειδή η ατομική ακτίνα σε στοιχεία της ίδιας περιόδου αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά. Οπότε $AA_{\Sigma_3} < AA_{\Sigma_2}$ (2).

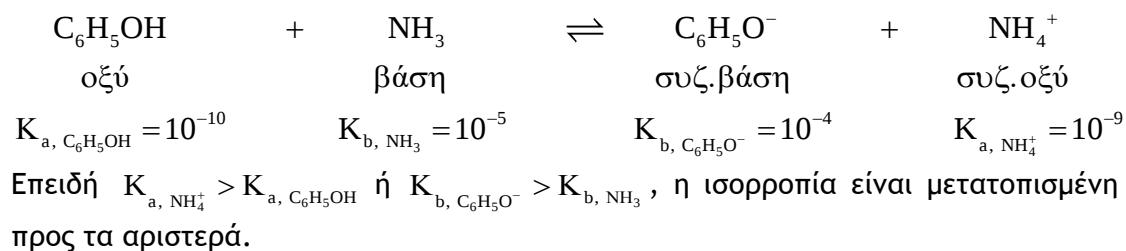
Από (1) και (2) καταλήγουμε ότι $AA_{\Sigma_2} > AA_{\Sigma_1}$.

B3. Γνωρίζουμε ότι οι ισορροπίες είναι μετατοπισμένες προς το ασθενέστερο οξύ και την ασθενέστερη βάση. Επίσης ότι, για συζυγές ζεύγος οξέος- βάσης ισχύει η

$$\text{σχέση: } K_{a, \text{οξέος}} = \frac{K_w}{K_{b, \text{συζ. βάση}}}$$



Επειδή $K_{a, \text{NH}_4^+} < K_{a, \text{CH}_3\text{COOH}}$ ή $K_{b, \text{CH}_3\text{COO}^-} < K_{b, \text{NH}_3}$, η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.



ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

α. Έστω n mol η αρχική ποσότητα της γλυκόζης. Έχουμε το παρακάτω πίνακα μεταβολών:

mol Γλυκόζη $\rightleftharpoons$ Φρουκτόζη

Αρχ.	n	—
Αντ.	x	—
Παρ.	—	x
Χ.Ι.	$(n - x)$	x

Στην ισορροπία, στο μοριακό διάλυμα έχουμε

$n_{\text{ολ.}} = n_{\text{Γ}} + n_{\text{Φ}} = [(n - x) + x] \text{ mol} = n \text{ mol}$. Οπότε

$$P \cdot V = n_{\text{ολ.}} \cdot R \cdot T \Rightarrow n_{\text{ολ.}} = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow n_{\text{ολ.}} = \frac{4,92 \text{ atm} \cdot 0,5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}} \Rightarrow n_{\text{ολ.}} = 0,1 \text{ mol}.$$

$$\text{Άρα για τη γλυκόζη έχουμε: } M_{r_{\text{γλυκόζης}}} = \frac{m_{\text{γλυκόζης}}}{n} \Rightarrow M_{r_{\text{γλυκόζης}}} = \frac{18}{0,1} = 180.$$

β) Για τη χημική ισορροπία ισχύει:

$$K_c = \frac{[\text{φρουκτόζη}]}{[\text{γλυκόζη}]} \Rightarrow K_c = \frac{\frac{x}{V}}{\left(\frac{n-x}{V}\right)} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{x}{0,1-x} \Rightarrow 0,2 - 2x = 3x \Rightarrow x = 0,04.$$

$$\text{Άρα το ποσοστό μετατροπής της γλυκόζης ήταν: } \alpha = \frac{0,04}{0,1} \cdot 100\% = 40\%.$$

Γ2.

α. Γράφουμε το νόμο της ταχύτητας $v = k[\text{CH}_3\text{Cl}]^x[\text{H}_2\text{O}]^y$.

Οι σχέσεις που προκύπτουν όταν αντικαταστήσουμε τα πειραματικά δεδομένα είναι:

$$2 \cdot 10^{-5} = k \cdot 0,1^x \cdot 0,1^y \quad (1)$$

$$4 \cdot 10^{-5} = k \cdot 0,2^x \cdot 0,1^y \quad (2)$$

$$16 \cdot 10^{-5} = k \cdot 0,2^x \cdot 0,2^y \quad (3)$$

$$\text{Από (1) : (2) έχουμε: } \frac{4}{2} = \frac{k \cdot 0,2^x \cdot 0,1^y}{k \cdot 0,1^x \cdot 0,1^y} \Rightarrow 2^1 = 2^x \Rightarrow x = 1.$$

$$\text{Από (2) : (3) έχουμε: } \frac{16}{4} = \frac{k \cdot 0,2^x \cdot 0,2^y}{k \cdot 0,2^x \cdot 0,1^y} \Rightarrow 2^2 = 2^y \Rightarrow y = 2.$$

Άρα ο νόμος της ταχύτητας είναι $v = k[\text{CH}_3\text{Cl}][\text{H}_2\text{O}]^2$.

β. Η τάξη της αντίδρασης είναι το άθροισμα των εκθετών των συγκεντρώσεων των αντιδρώντων στο νόμο ταχύτητας, άρα η αντίδραση είναι τρίτης τάξης.

γ. Για τον υπολογισμό της k επιλέγουμε το 1^ο πείραμα που έχει απλούστερα δεδομένα.

$$v = k[\text{CH}_3\text{Cl}][\text{H}_2\text{O}]^2 \Rightarrow 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{M}}{\text{min}} = k \cdot 0,1 \text{ M} \cdot 0,1^2 \text{ M}^2 \Rightarrow k = 0,02 \text{ M}^{-2} \text{ min}^{-1}.$$

δ. $\Delta t = 300 \text{ min}$ και $C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\alpha\rho\chi} = 0 \text{ M}$.

$$-v = \frac{\Delta C_{\text{CH}_3\text{OH}}}{\Delta t} \Rightarrow 6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{M}}{\text{min}} = \frac{C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\tau\epsilon\lambda} - C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\alpha\rho\chi}}{300 \text{ min}} \Rightarrow C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\tau\epsilon\lambda} - 0 = 0,018 \text{ M}.$$

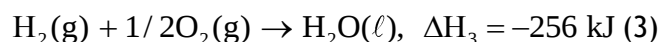
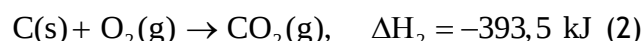
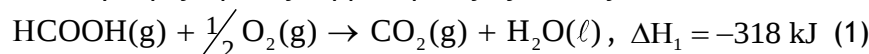
Άρα: $C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\tau\epsilon\lambda} = 0,018 \text{ M}$.

Γ3.

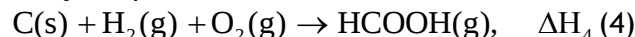
α. Για την αντίδραση: $\text{HCOOH}(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$, ΔH_1 έχουμε:

$$n_{\text{HCOOH}} = \frac{4,6}{46} = 0,1 \text{ mol}, \quad Q = \frac{31,8 \text{ kJ}}{0,1 \text{ mol}} = 318 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow \Delta H_1 = -318 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

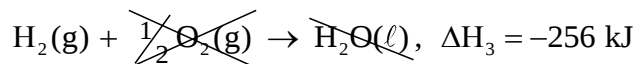
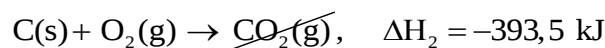
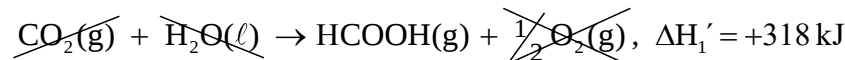
Οπότε γνωρίζουμε τις θερμοχημικές εξισώσεις



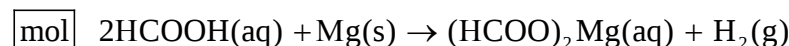
και ζητούμενη είναι η



Η (4) θα προκύψει, αντιστρέφοντας την (1) και προσθέτοντάς την στις (2) και (3):



β. i. Έστω ότι προσθέσαμε $n \text{ mol}$ Mg και έστω C M η συγκέντρωση του HCOOH .



Από τον εκλυόμενο όγκο του αερίου H_2 έχουμε: $n_{\text{H}_2} = \frac{1,12}{22,4} \text{ mol} \Rightarrow n = 0,05$.

Άρα, $n_{\text{Mg}} = 0,05 \text{ mol}$.

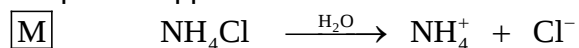
ii. Διερεύνηση

Έστω ότι τα αντιδρώντα βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία. Τότε μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης στο διάλυμα θα υπάρχει μόνο το άλας $(\text{HCOO})_2\text{Mg}$,

$$\text{Te}\lambda. \quad \frac{1}{3}n \quad - \quad \frac{2}{3}n$$

Οπότε : $C_{\text{NH}_3}' = \frac{n}{3V'} M$ και $C_{\text{NH}_4\text{Cl}}' = \frac{2n}{3V'} M$

Το χλωριούχο αμμώνιο διίσταται:



Δίστ./ Παρ. $\frac{2n}{3V'}$ $\frac{2n}{3V'}$ $\frac{2n}{3V'}$

Έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα ($\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$) και ισχύει η σχέση:

$$K_{b, \text{NH}_3} = \frac{[\text{NH}_4^+]' \cdot [\text{OH}^-]'}{[\text{NH}_3]'} = \frac{\frac{2n}{3V'}}{\frac{n}{3V'}} \cdot [\text{OH}^-] \stackrel{\text{pH}=9}{\Rightarrow} K_{b, \text{NH}_3} = 2 \cdot 10^{-5}.$$

Επιμέλεια: Βατούγιος Πέτρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς