

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:

$$pH_{\Delta 1} = pK_{a, CH_3COOH} + \log \frac{[CH_3COO^-]_{\Delta 1}}{[CH_3COOH]_{\Delta 1}}$$

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

$$[CH_3COO^-]_{\Delta 2} = \frac{1}{10} [CH_3COO^-]_{\Delta 1} \text{ και } [CH_3COOH]_{\Delta 2} = \frac{1}{10} [CH_3COOH]_{\Delta 1}.$$

$$\text{Άρα } \frac{[CH_3COO^-]_{\Delta 2}}{[CH_3COOH]_{\Delta 2}} = \frac{[CH_3COO^-]_{\Delta 1}}{[CH_3COOH]_{\Delta 1}}.$$

Επομένως:

$$pH_{\Delta 2} = pK_{a, CH_3COOH} + \log \frac{[CH_3COO^-]_{\Delta 2}}{[CH_3COOH]_{\Delta 2}} = pK_{a, CH_3COOH} + \log \frac{[CH_3COO^-]_{\Delta 1}}{[CH_3COOH]_{\Delta 1}} = pH_{\Delta 1}.$$

Για τους βαθμούς ιοντισμού, δεδομένου ότι $[H_3O^+]_{\Delta 1} = [H_3O^+]_{\Delta 2} = [H_3O^+]$, θα ισχύει:

$$\alpha_{\Delta 2} = \frac{[H_3O^+]}{[CH_3COOH]_{\Delta 2}} = \frac{[H_3O^+]}{\frac{[CH_3COOH]_{\Delta 1}}{10}} = 10 \cdot \frac{[H_3O^+]}{[CH_3COOH]_{\Delta 1}} = 10 \cdot \alpha_{\Delta 1}$$

β. Σωστή.

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

Η CH_3NH_2 είναι ασθενής βάση, άρα $C_{CH_3NH_2} > [OH^-]$.

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

Ως εκ τούτου, $C_{CH_3NH_2} > C_{NaOH}$.

Αφού οι όγκοι είναι ίσοι, με βάση τη σχέση $n = C \cdot V$ προκύπτει ότι $n_{CH_3NH_2} > n_{NaOH}$.

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

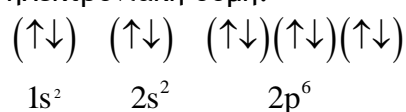
όγκο διαλύματος HCl για να εξουδετερωθεί πλήρως, είναι αυτό με τα περισσότερα mol βάσης, δηλαδή αυτό της μεθυλαμίνης.

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.

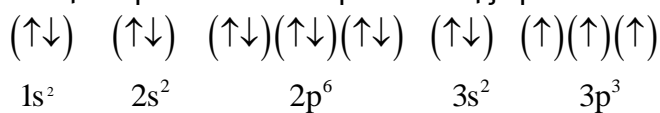
B2.

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:

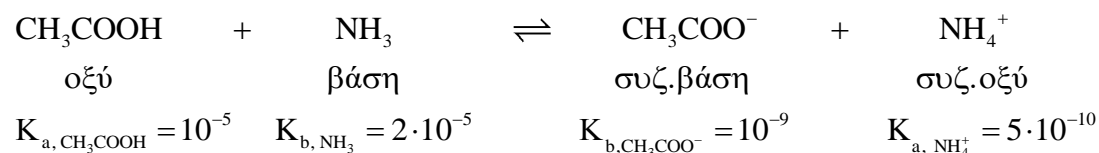
Έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Σ_1 , επειδή η ατομική ακτίνα σε στοιχεία της ίδιας ομάδας αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω. Οπότε $AA_{\Sigma_3} > AA_{\Sigma_1}$ (1).

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).

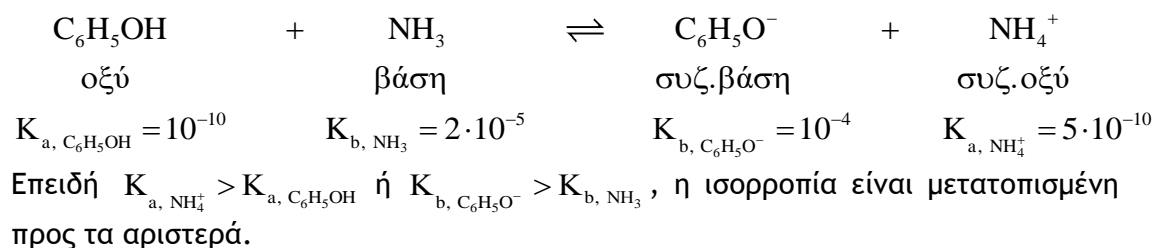
Από (1) και (2) καταλήγουμε ότι $AA_{\Sigma_2} > AA_{\Sigma_1}$.

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 τον παρακάτω πίνακα μεταβολών:

mol	Γλυκόζη	\rightleftharpoons	Φρουκτόζη
Αρχ.	n	–	–
Αντ.	x	–	–
Παρ.	–		x
Χ.Ι.	$(n - x)$		x

Στην ισορροπία, στο μοριακό διάλυμα έχουμε

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

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

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

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:

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

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

$$16 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot \text{min}^{-1} = k \cdot 0,2^x \text{ M}^x \cdot 0,2^y \text{ M}^y \quad (3)$$

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

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

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 $C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\text{αρχ.}} = 0 \text{ M}$.

$$-v = \frac{\Delta C_{\text{CH}_3\text{OH}}}{\Delta t} \Rightarrow 6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{M}}{\text{min}} = \frac{C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\text{τελ.}} - C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\text{αρχ.}}}{300 \text{ min}} \Rightarrow C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\text{τελ.}} - 0 = 0,018 \text{ M}.$$

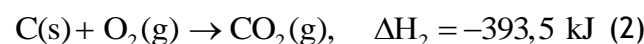
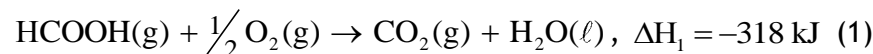
Άρα: $C_{\text{CH}_3\text{OH}}^{\text{τελ.}} = 0,018 \text{ M}$.

Γ3.

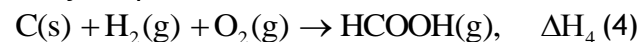
α. Για την αντίδραση: $\text{HCOOH}(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$, ΔH_1 έχουμε:

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

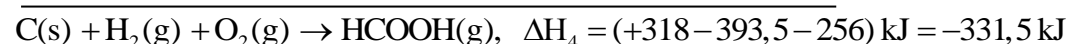
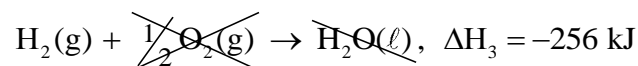
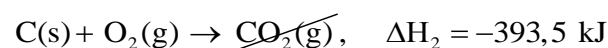
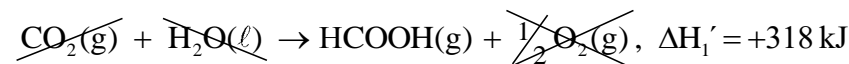
Οπότε γνωρίζουμε τις θερμοχημικές εξισώσεις



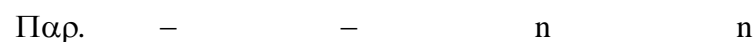
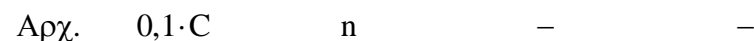
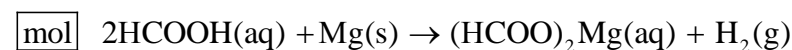
και ζητούμενη είναι η



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

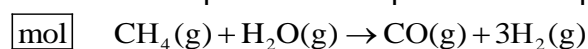
ii. Διερεύνηση

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

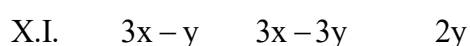
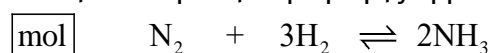
Η χημική ισορροπία είναι ομογενής, γιατί τα αντιδρώντα και τα προϊόντα είναι αέρια και επομένως βρίσκονται στην ίδια φάση.

ii. Συγκρίνουμε τους δύο συντακτικούς τύπους $\text{H}-\text{NH}_2$ και $\text{HO}-\text{NH}_2$. Παρατηρούμε ότι τα δύο μόρια διαφέρουν κατά το ότι η αμμωνία φέρει $\text{H}-$, που εμφανίζει +I επαγωγικό φαινόμενο, ενώ η υδροξυλαμίνη φέρει $-\text{OH}$, που εμφανίζει -I επαγωγικό φαινόμενο. Η παρουσία υποκαταστάτη με +I προσδίδει στη βάση μεγαλύτερη ικανότητα να έλκει H^+ , οπότε η ισχύς της βάσης αυξάνεται. Αντίθετα, παρουσία υποκαταστάτη με -I περιορίζει την ικανότητα της βάσης να έλκει H^+ , οπότε η ισχύς της βάσης μειώνεται. Συνεπώς, ισχυρότερη βάση είναι η αμμωνία NH_3 .

Δ2. Έστω ότι πρέπει να αντιδράσουν x mol μεθανίου.



Για την αντίδραση παραγωγής αμμωνίας ισχύει:



Θεωρητικά (αν ήταν μονόδρομη) αντιδρά πλήρως το H_2 , επομένως, η απόδοση

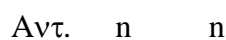
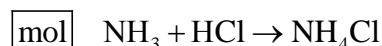
δίνεται από τη σχέση $\alpha = \frac{3y}{3x} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{y}{x} \Rightarrow x = 3y$ (1)

$$\text{Επίσης, } K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} \Rightarrow 3 = \frac{(2y)^2 \cdot V^2}{(3x-y) \cdot (3x-3y)^3} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} 3 = \frac{4y^2 \cdot 36^2}{8y \cdot 6^3 y^3} \Rightarrow y^2 = 1 \Rightarrow y = 1$$

και $x = 3$.

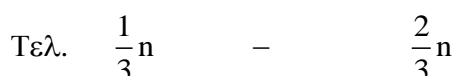
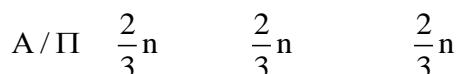
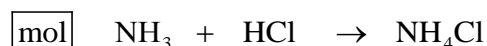
$$\text{Οπότε, } x = \frac{V_{\text{CH}_4}}{V_{\text{m,STP}}} \Rightarrow V_{\text{CH}_4} = 3 \cdot 22,4\text{L} = 67,2\text{L}.$$

Δ3. Για τα n mol NH_3 απαιτήθηκαν n mol HCl .



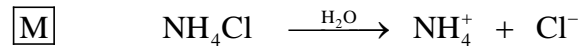
Όταν έχουμε προσθέσει όγκο $V = 8\text{ml}$ διαλύματος HCl , έχουμε προσθέσει

$$\frac{8}{12} n \text{ mol} = \frac{2}{3} n \text{ mol HCl}:$$



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

Το χλωριούχο αμμώνιο δίσταται:



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

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

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