


ΝΟΥΣ ΟΜΙΛΟΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2024

 ΟΜΙΛΟΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ	ΟΝ/ΜΟ	ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
	ΜΑΘΗΜΑ	ΧΗΜΕΙΑ		
	ΤΑΞΗ	Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ		
	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	21/04/2024	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	3 ΩΡΕΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ποσότητα N_2O_4 και αποκαθίσταται η ισορροπία:



Για την ίδια αρχική ποσότητα του N_2O_4 η απόδοση της αντίδρασης θα είναι μεγαλύτερη όταν

- α) ο όγκος του δοχείου είναι 4 L και η θερμοκρασία 400 K,
- β) ο όγκος του δοχείου είναι 5 L και η θερμοκρασία 400 K,
- γ) ο όγκος του δοχείου είναι 4 L και η θερμοκρασία 500 K,
- δ) ο όγκος του δοχείου είναι 5 L και η θερμοκρασία 500 K.**

A2. Σ' ένα υδατικό διάλυμα NH_3 προσθέτουμε αέρια NH_3 , χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος.

- α) ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 αυξάνεται και η $[NH_4^+]$ αυξάνεται,
- β) ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 αυξάνεται και η $[NH_4^+]$ ελαττώνεται,
- γ) ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 ελαττώνεται και η $[NH_4^+]$ αυξάνεται,**
- δ) ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 ελαττώνεται και η $[NH_4^+]$ ελαττώνεται.

A3. Το άθροισμα των κβαντικών αριθμών spin όλων των ηλεκτρονίων του ατόμου ^{24}Cr στη θεμελιώδη κατάσταση μπορεί να είναι:

- α) 5/2
- β) 2
- γ) 3**
- δ) 0

A4. Μεταξύ των μορίων του 1-χλωροπροπανικού οξέος $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ αναπτύσσονται



- α)** μόνο δεσμοί υδρογόνου,
β) μόνο δυνάμεις διπόλου – διπόλου,
γ) μόνο δυνάμεις διασποράς,
δ) δυνάμεις διπόλου – διπόλου, δυνάμεις διασποράς και δεσμός υδρογόνου

A5. Να χαρακτηριστούν οι προτάσεις που ακολουθούν ως **Σωστές (Σ)** ή **Λανθασμένες (Λ)**. Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.

- α)** Στο μόριο του 1,3 βουταδιενίου ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$) όλα τα άτομα άνθρακα έχουν υβριδισμό sp^2 .
β) Σε μία οξειδοαναγωγική αντίδραση η μεταβολή του αριθμού οξείδωσης του στοιχείου που οξειδώνεται είναι πάντα ίση με τη μεταβολή του αριθμού οξείδωσης του στοιχείου που ανάγεται.
γ) Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $\text{CO}_2(\text{g})$ έχει αρνητική τιμή.
δ) Η ενέργεια του δεύτερου ιοντισμού του ατόμου ενός στοιχείου είναι πάντα μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ενέργεια του πρώτου ιοντισμού του ίδιου στοιχείου.
ε) Σε θερμοκρασία $\theta < 25^\circ \text{C}$ ένα όξινο υδατικό διάλυμα μπορεί να έχει $\text{pH} = 7$. ($K_w = 10^{-14}$ 25°C)

α) Σ. β) Λ. γ) Σ. δ) Σ..

ε) Σωστό. Σε $\theta < 25^\circ \text{C}$ είναι $K_w < 10^{-14}$

διότι ο αυτοϊοντισμός του νερού είναι ενδόθερμη αντίδραση. Σε ένα ουδέτερο

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w}$$

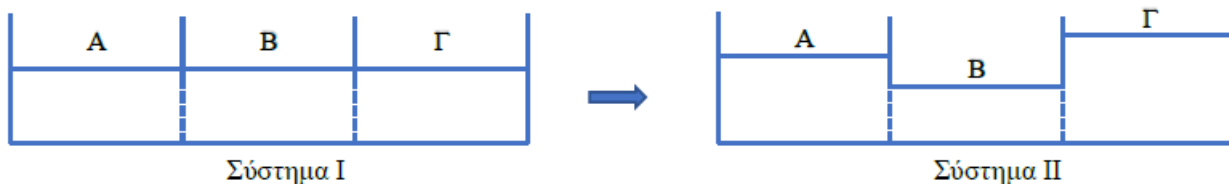
διάλυμα είναι

οπότε $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7}$ στη θερμοκρασία θ

άρα ένα ουδέτερο διάλυμα έχει $\text{pH} > 7$ οπότε ένα διάλυμα με $\text{pH} = 7$ είναι όξινο.
Μονάδες 25

ΘΕΜΑ Β

B1. Τα δοχεία A, B και Γ επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ημιπερατής μεμβράνης όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (σύστημα I). Σε ένα από τα δοχεία εισάγεται αποσταγμένο νερό και στα άλλα δύο δοχεία εισάγονται διαφορετικά διαλύματα ζάχαρης. Τα διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία. Μετά την πάροδο αρκετού χρόνου το αρχικό σύστημα (I) μετατρέπεται στο σύστημα (II):



α) Σε ποιο από τα τρία δοχεία A, B ή Γ είχε εισαχθεί το αποσταγμένο νερό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 3

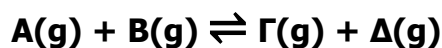
β) Να συγκρίνετε τις συγκεντρώσεις των διαλυμάτων ζάχαρης που είχαν εισαχθεί στα άλλα δύο δοχεία.

Μονάδες 2

α) Στο δοχείο B. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μεταφορά ποσότητας νερού τόσο προς το δοχείο A όσο και προς το δοχείο Γ, που σημαίνει ότι το περιεχόμενο υγρό στο δοχείο B είναι υποτονικό τόσο σε σχέση με το περιεχόμενο υγρό στο δοχείο Γ όσο και σε σχέση με το περιεχόμενο υγρό στο δοχείο A.

β) $c_A < c_G$. Η ανύψωση της στάθμης στο δοχείο Γ είναι μεγαλύτερη από αυτή στο δοχείο A, που σημαίνει ότι στο δοχείο Γ το διάλυμα έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση.

B2. Δίνεται η αμφίδρομη αντίδραση που περιγράφεται με την χημική εξίσωση:



Η παραπάνω αντίδραση είναι απλή και προς τις δύο κατευθύνσεις. Στους θ °C η προς τα δεξιά αντίδραση έχει σταθερά ταχύτητας $k_1 = 12 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ και η προς τα αριστερά $k_2 = 6 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Παρουσία του καταλύτη K, στους θ °C, η προς τα δεξιά αντίδραση έχει σταθερά ταχύτητας $k_1 = 18 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$.

i. Ποια είναι η τιμή της σταθεράς ταχύτητας k_2 παρουσία του καταλύτη K;

Μονάδες 1

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 3

i. Παρουσία του καταλύτη K στους θ °C $k_2 = 9 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$

ii. Στη χημική ισορροπία $u_1 = u_2$

$$k_1[A][B] = k_2[\Gamma][\Delta]$$

$$k_1/k_2 = [\Gamma][\Delta]/[A][B]$$

$$K_c = k_1/k_2.$$

Χωρίς καταλύτη: $K_c = 12/6$ ή $K_c = 2$

Η προσθήκη καταλύτη δεν επηρεάζει τη σταθερά χημικής ισορροπίας άρα:
 $K_c = k_1/k_2$ ή $2 = 18/k_2$ ή $k_2 = 9 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$.

B3. Δίνονται τα παρακάτω οργανικά οξέα:
 CH_3COOH ClCH_2COOH Cl_2CHCOOH Cl_3CCOOH

α) Να εξηγήσετε την σειρά αυξανόμενης ισχύος με βάση το $-I$ επαγωγικό φαινόμενο του $-\text{Cl}$.

Μονάδες 4

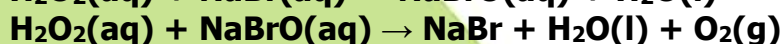
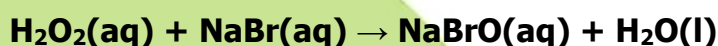
β) Το ClCH_2COOH αντιδρά με KCN και παράγεται η οργανική ένωση (Α) η οποία με υδρόλυση σε όξινο περιβάλλον παράγει την οργανική ένωση (Β). Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων (Α) και (Β).

Μονάδες 2

α) Το $-I$ επαγωγικό φαινόμενο που προκαλεί το $-\text{Cl}$ έχει ως αποτέλεσμα την έλξη του ηλεκτρονιακού νέφους προς το μέρος του και τελικά την πόλωση του δεσμού $\text{O}-\text{H}$. Η πόλωση αυτή εξασθενίζει το δεσμό $\text{O}-\text{H}$ και η απομάκρυνση του H^+ γίνεται ευκολότερα με αποτέλεσμα το οξύ να γίνεται ισχυρότερο. Το φαινόμενο αυτό ενισχύεται με την ύπαρξη περισσότερων υποκαταστατών $-\text{Cl}$ που οδηγεί στην περαιτέρω εξασθένιση του δεσμού $\text{O}-\text{H}$ και την ενίσχυση του όξινου χαρακτήρα.

β) **A:** $\text{NC}-\text{CH}_2\text{COOH}$, **B:** $\text{HOOC}-\text{CH}_2\text{COOH}$.

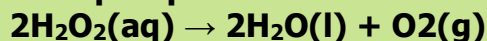
B4. Σε υδατικό διάλυμα H_2O_2 πραγματοποιούνται οι παρακάτω αντιδράσεις:



- α)** Ποια είναι η συνολική αντίδραση;
β) Ποια ουσία δρα ως καταλύτης;
γ) Η κατάλυση είναι ομογενής ή ετερογενής;
δ) Ποια θεωρία ερμηνεύει αυτήν την κατάλυση;

Μονάδες 4

α) Προσθέτοντας κατά μέλη τις δύο χημικές εξισώσεις προκύπτει η συνολική αντίδραση:



β) Ο καταλύτης είναι το NaBr , ουσιαστικά τα ιόντα Br^- . Συμμετέχουν ως αντιδρώντα στην πρώτη αντίδραση και παραλαμβάνονται στη δεύτερη αντίδραση.

γ) Η κατάλυση είναι ομογενής διότι τα αντιδρώντα και ο καταλύτης βρίσκονται στην ίδια φάση.

δ) Η θεωρία που ερμηνεύει αυτήν την κατάλυση είναι η θεωρία ενδιάμεσων προϊόντων.

B5. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως **σωστή ή λανθασμένη**.
Να δικαιολογήσετε όλους τους χαρακτηρισμούς σας.

α) Το ${}_{12}\text{Mg}$ έχει μεγαλύτερη ενέργεια 2^{ου} ιοντισμού από το ${}_{11}\text{Na}$.

Λάθος : Το Na μετά την απομάκρυνση του 1ου ηλεκτρονίου (ión Na^+) αποκτά τη σταθερή δομή ευγενούς αερίου οπότε απαιτείται μεγάλη σχετικά ενέργεια για την καταστροφή αυτής της σταθερής δομής

β) Το ίόν ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$ έχει μεγαλύτερο μέγεθος από τον ίόν ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$.

ΣΩΣΤΟ : Το ίόν Fe^{2+} έχει ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο στην εξωτερική στιβάδα από το ίόν Fe^{3+} , οπότε η ελκτική δύναμη του πυρήνα στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας στο ίόν Fe^{2+} είναι ασθενέστερη. Επίσης στο ίόν Fe^{2+} ο αριθμός των ηλεκτρονίων που περιβάλλουν τον πυρήνα αυξάνεται με αποτέλεσμα οι απώσεις μεταξύ των ηλεκτρονίων να αυξάνονται και έτσι το ηλεκτρονιακό νέφος καταλαμβάνει μεγαλύτερο χώρο. Επομένως το ίόν Fe^{2+} έχει μεγαλύτερο μέγεθος,

δηλαδή $r_{\text{Fe}^{2+}} > r_{\text{Fe}^{3+}}$

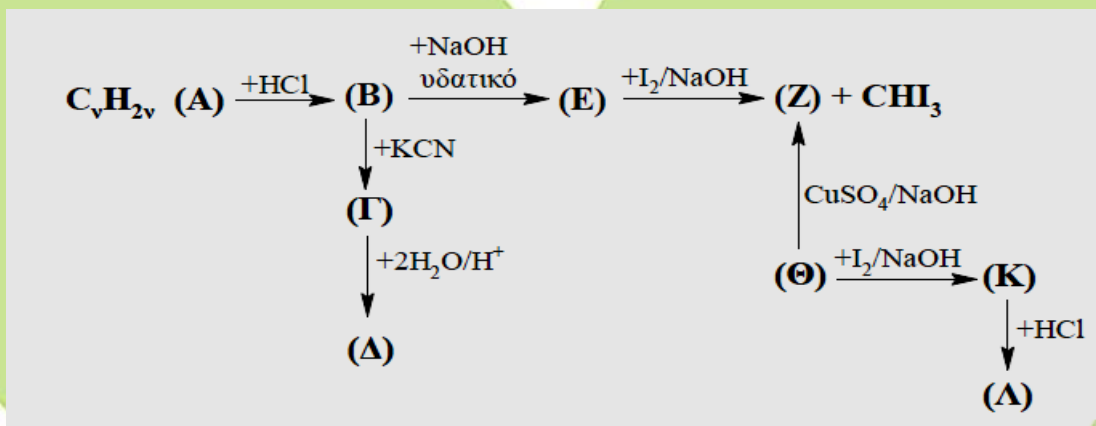
γ) Όταν αυξάνεται ο ατομικός αριθμός τότε η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται.

Λάθος: Όταν αλλάζει η περίοδος, δηλαδή πηγαινόντας από ευγενές αέριο σε αλκάλιο, τότε η ενέργεια πρώτου ιοντισμού ελαττώνεται.

Μονάδες 6

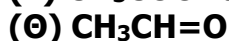
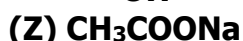
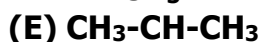
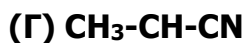
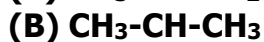
ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μετατροπών:

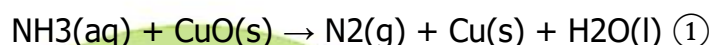


Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων **A, B (κύριο προϊόν), Γ, Δ, E, Z, Θ, K και Λ**.

Μονάδες 9



Γ2. Σε 2 L υδατικού διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης 1 M, διαλύονται 397,5 g CuO οπότε πραγματοποιείται αντίδραση η οποία περιγράφεται από την παρακάτω μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:

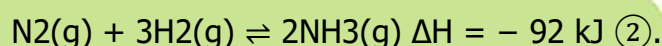


α) i. Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω χημική εξίσωση. **(μονάδες 1)**

ii. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του αερίου που παράγεται.

Δίνονται: $A_r(\text{Cu}) = 63,5$ και $A_r(\text{O}) = 16$. **(μονάδες 2)**

β) Όλη η ποσότητα του αερίου προϊόντος της παραπάνω αντίδρασης μεταφέρεται σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 4 L στους θ °C στο οποίο υπάρχουν 2,5 mol αερίου H_2 οπότε μετά από χρόνο 125 s αποκαθίσταται η ισορροπία η οποία περιγράφεται από τη θερμοχημική εξίσωση:

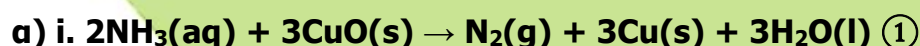


Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας έχουν ελευθερωθεί συνολικά 46 kJ θερμότητα. Να υπολογίσετε:

i. τη σταθερά της χημικής ισορροπίας $\textcircled{2}$ στους θ °C. **(μονάδες 4)**

ii. τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης από την έναρξή της μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας. **(μονάδες 3)**

Μονάδες 10



ii. Για το CuO ισχύει ότι: $M_r = 63,5 + 16 = 79,5$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{397,5}{79,5} = 5 \text{ mol}$$

Για την NH_3 ισχύει ότι:

$$n = c \cdot V = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 1 \text{ L} = 2 \text{ mol}$$

mol	$2\text{NH}_3(\text{aq}) + 3\text{CuO}(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{Cu}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$			
Αρχικά	2	5		
Αντιδρούν	2	3		
Παράγονται			1	3
Τελικά	---	2	1	3

Οπότε παράγεται **1 mol** αερίου N_2 .

β) ι)

mol	$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$		
Αρχικά	1	2,5	
Αντιδρούν	x	3x	
Παράγονται			2x
Ισορροπία	(1-x)	(1-3x)	2x

Κατά τον σχηματισμό 2 mol NH_3 εκλύονται 92 kJ

Κατά τον σχηματισμό 2x mol NH_3 εκλύονται 46 kJ

$$2 \cdot 46 = 92 \cdot 2x \Rightarrow 46 = 92 \cdot x \Rightarrow x = 0,5$$

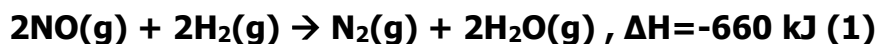
Στη χημική ισορροπία ισχύει ότι:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{H}_2]^3[\text{N}_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2 \text{M}^2}{\left(\frac{2,5-3x}{V}\right)^3 \text{M}^3 \cdot \left(\frac{1-x}{V}\right) \text{M}} = \frac{\left(\frac{1}{4}\right)^2}{\left(\frac{1}{4}\right)^3 \cdot \left(\frac{0,5}{4}\right)} \frac{1}{\text{M}^2} = \frac{16}{0,5} \frac{1}{\text{M}^2} = 32 \frac{1}{\text{M}^2}$$

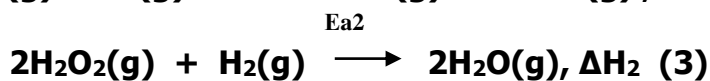
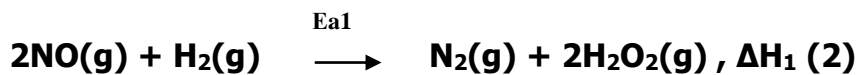
$$\text{ii. } v_{\text{μέση}} = \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{2 \cdot \Delta t} = \frac{\frac{2x}{4} \text{ M}}{2 \cdot 125 \text{ s}} = \frac{\frac{1}{4} \text{ M}}{250 \text{ s}} = \frac{1}{1000} \frac{\text{M}}{\text{s}} = 10^{-3} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Οπότε η μέση ταχύτητα της αντίδρασης από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας είναι ίση με 10^{-3} Ms^{-1} .

Γ3. Η αντίδραση του NO με το H_2 σε ορισμένη θερμοκρασία ($\theta^\circ \text{C}$) περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση



Η αντίδραση δεν είναι απλή και ο πιθανός μηχανισμός της είναι ο εξής:



α) Αν ισχύει $\text{Ea1} > \text{Ea2}$ να γράψετε την έκφραση του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης NO και H_2 .

Επειδή ισχύει $\text{Ea1} > \text{Ea2}$ η αντίδραση (2) είναι το αργό στάδιο του μηχανισμού. Επομένως, ο νόμος ταχύτητας της (1) είναι $v = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$.

β) Σε κενό δοχείο όγκου 4 L εισάγονται 0,8 mol NO και 0,6 mol H_2 οπότε σε $\theta^\circ \text{C}$ πραγματοποιείται η αντίδραση (1). Τη χρονική στιγμή t μετά την έναρξη της αντίδρασης εκλύονται 132 kJ. Να υπολογίσετε το λόγο της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης και της ταχύτητας τη χρονική στιγμή t.

Από τον πίνακα στοιχειομετρίας θα υπολογίσουμε την ποσότητα NO και H_2 τη χρονική στιγμή t στο δοχείο

(mol)	$2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta\text{H} = -660 \text{ kJ}$			
Αρχ	0,8	0,6		
Α/Π	-2x	-2x	+x	+2x
t	0,8-2x	0,6-2x	x	2x

Τη χρονική στιγμή t εκλύονται 132 kJ. Επομένως, ισχύει $660x = 132 \rightarrow x = 0,2 \text{ mol}$. Δηλαδή τη χρονική στιγμή t στο δοχείο περιέχονται 0,4 mol NO, 0,2 mol H_2 , 0,2 mol N_2 και 0,4 mol H_2O .

Εφαρμόζομε νόμο ταχύτητας για την $t_0 \rightarrow$

$$v_0 = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2] \rightarrow v_0 = k \left(\frac{0,8}{4} \right)^2 \cdot \frac{0,6}{4}$$

Εφαρμόζομε νόμο ταχύτητας για την t \rightarrow

$$v_1 = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2] \rightarrow v_1 = k \left(\frac{0,4}{4} \right)^2 \cdot \frac{0,2}{4}$$

Διαιρούμε τις 2 σχέσεις κατά μέλη και προκύπτει ότι

$$\frac{v_0}{v_1} = \frac{k \left(\frac{0,8}{4} \right)^2 \cdot \frac{0,6}{4}}{k \left(\frac{0,4}{4} \right)^2 \cdot \frac{0,2}{4}} = \frac{64 \cdot 6}{16 \cdot 2} = \frac{12}{1}$$

Μονάδες 2+4=6

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Να ισοσταθμίσετε τις παρακάτω αντιδράσεις με τους κατάλληλους συντελεστές.

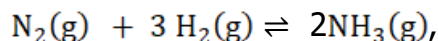


Μονάδες 2



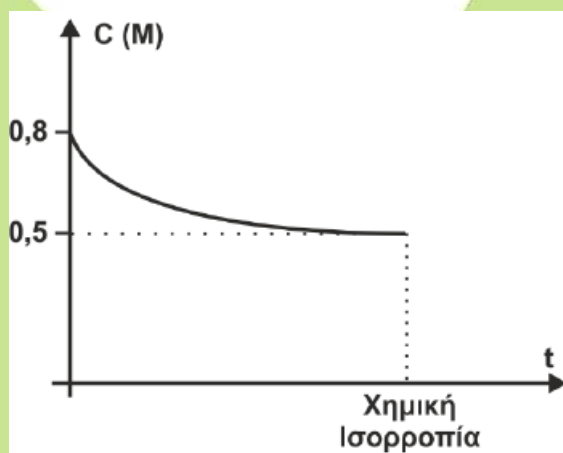
Μονάδες 2

Δ2. Ποσότητες n_1 mol N_2 και n_2 mol H_2 εισάγονται σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 5 \text{ L}$ και σε σταθερή θερμοκρασία θ_1 αποκαθίσταται η ισορροπία:



Η απόδοση της αντίδρασης είναι 50%.

Η μεταβολή της συγκέντρωσης του H_2 σε συνάρτηση με το χρόνο φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



ι. Να υπολογίσετε τις αρχικές ποσότητες mol του N_2 και του H_2 .

Μονάδες 5

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι η αρχική ποσότητα mol του H_2 είναι:

$$n_{\text{N}_2} = [\text{H}_2]_{\text{αρχ}} \cdot V = 0,8\text{M} \cdot 5\text{L}$$

Από το διάγραμμα επίσης προκύπτει ότι αντέδρασε συγκέντρωση $0,3 \text{ M}$ από το H_2 οπότε από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι παράχθηκαν $0,2 \text{ M}$ NH_3 . Η αντίδραση έχει απόδοση 50% οπότε αν ήταν μονόδρομη θα παραγόντουσαν $0,4 \text{ M}$ NH_3 .

Το H_2 βρίσκεται σε στοιχειομετρική περίσσεια. Αυτό εξηγείται ως εξής:

Θεωρητικά από $0,8 \text{ M}$ H_2 παράγονται $\frac{0,8 \cdot 2}{3} \cong 0,53\text{M}$ δηλαδή μεγαλύτερη ποσότητα από εκείνη που παράχθηκε τελικά. Μπορούσαμε να το δούμε και από το ποσοστό

του H_2 που αντέδρασε το οποίο είναι $\frac{0,3}{0,8} \cdot 100\% = 37,5\%$ άρα μικρότερο από την απόδοση της αντίδρασης.

Το N_2 είναι το περιοριστικό και για να παραχθούν θεωρητικά $0,4 \text{ M } NH_3$ η αρχική του συγκέντρωση πρέπει να είναι $0,2 \text{ M}$. Οπότε η ποσότητα mol του N_2 είναι $n_1 = 0,2 \text{ M} \cdot 5 \text{ L} = 1 \text{ mol}$.

Οπότε αρχικά στο δοχείο εισάχθηκαν $1 \text{ mol } N_2$ και $4 \text{ mol } H_2$.

ii. Στην κατάσταση ισορροπίας αυξάνουμε τη θερμοκρασία σε θ_2 . Στη νέα ισορροπία που αποκαθίσταται η σταθερά χημικής ισορροπίας έχει τιμή $K_{c2} = 0,05$. Η σύνθεση της NH_3 από N_2 και H_2 είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη αντίδραση; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 3

Πρέπει να βρούμε τη σταθερά ισορροπίας στη θερμοκρασία θ_1 .

Έχουμε τον πίνακα:

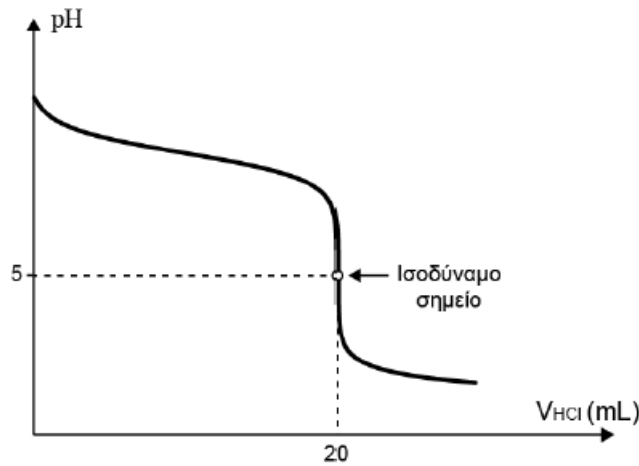
(M)	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$		
Αρχ	0,2	0,8	
Α/Π	-0,1	-0,3	+0,2
Χ.Ι.	0,1	0,5	0,2

Οπότε $K_c = \frac{0,2^2}{0,1 \cdot 0,5^3} = 3,2$.

Παρατηρούμε ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας η K_c ελαττώθηκε. Επομένως με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίστηκε αριστερά. Η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση οπότε η σύνθεση της NH_3 είναι εξώθερμη αντίδραση.

Όλη η ποσότητα της NH_3 που βρίσκεται στην κατάσταση ισορροπίας στη θερμοκρασία T_1 διαλύεται στο νερό οπότε προκύπτει διάλυμα ($\Delta 1$) το οποίο έχει όγκο V_1 .

20 mL από το διάλυμα $\Delta 1$ ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα HCl συγκέντρωσης $0,2 \text{ M}$ οπότε λαμβάνεται η καμπύλη ογκομέτρησης του παρακάτω σχήματος.



Δ3. Να υπολογίσετε τον όγκο V_1 .

4 Μονάδες

Στην κατάσταση ισορροπίας η ποσότητα της NH_3 είναι $n = 0,2\text{M} \cdot 5\text{L} = 1\text{mol}$.

Έστω C_1 η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1. Από την αντίδραση εξουδετέρωσης:



προκύπτει ότι στο ισοδύναμο σημείο οι ποσότητες mol της NH_3 και του HCl είναι ίσες, άρα:

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{NH}_3} \rightarrow 0,2\text{M} \cdot 0,02\text{L} = C_1 \cdot 0,02\text{L} \rightarrow C_1 = 0,2\text{M}$$

$$\text{Ο όγκος } V_1 \text{ ισούται με } V_1 = \frac{n}{C_1} = \frac{1\text{mol}}{0,2\text{M}} = 5\text{L}$$

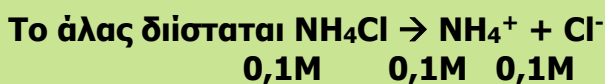
Δ4. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού της NH_3 .

3 Μονάδες

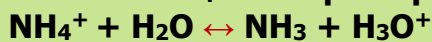
Στο ισοδύναμο σημείο το ογκομετρούμενο διάλυμα έχει όγκο 40 mL. Η ποσότητα mol του NH_4Cl είναι ίση με εκείνης της NH_3 (προφανώς και του HCl που προστέθηκε), άρα

$$n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0,2\text{M} \cdot 0,02\text{L} = 0,004\text{mol}$$

$$\text{Η συγκέντρωση του άλατος είναι } C = \frac{0,004\text{mol}}{0,04\text{L}} = 0,1\text{M}$$



Τα ιόντα NH_4^+ αντιδρούν με το νερό



$$0,1-x \quad \quad x \quad \quad x$$

Θεωρούμε την προσέγγιση $0,1-x \approx 0,1$ και αφού $\text{pH} = 5 \rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5}\text{M}$, άρα

$$K_a(\text{NH}_4^+) = \frac{10^{-10}}{0,1} = 10^{-9}$$

$$\text{Οπότε } K_b = \frac{K_w}{K_a(\text{NH}_4^+)} = 10^{-5}$$

Δ5. Το ογκομετρούμενο διάλυμα (διάλυμα Δ2), στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης αναμιγνύεται με υδατικό διάλυμα NaOH 0,2 M (διάλυμα Δ3).

Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν τα διαλύματα Δ2 και Δ3 ώστε να προκύψει διάλυμα Δ4 με $\text{pH} = 9$;

8 Μονάδες

Έστω V_2 ο όγκος τους ογκομετρούμενου διαλύματος το οποίο έχει $C_2 = 0,1 \text{ M}$ και V_3 ο όγκος του διαλύματος NaOH . Κατά την ανάμιξή τους πραγματοποιείται η αντίδραση:



Τιμή $\text{pH} = 9$ μπορεί θεωρητικά να δώσει η πλήρης αντίδραση, η περίσσεια του NaOH και η περίσσεια του NH_4Cl . Εξετάζουμε την περίπτωση της πλήρους αντίδρασης:

Τότε θα έχουμε $n_2 = n_3 \rightarrow 0,1V_2 = 0,2V_3 \rightarrow V_2 = 2V_3$

και η συγκέντρωση της NH_3 θα είναι ίση με

$$C = \frac{0,2V_3}{V_2 + V_3} = \frac{0,2}{3} \text{ M}$$

Από τον ιοντισμό της NH_3 έχουμε:



Θεωρούμε την προσέγγιση $C - y \approx C$ και από τη σταθερά ιοντισμού της NH_3 έχουμε ότι:

$$10^{-5} = \frac{y^2}{\frac{0,2}{3}} \rightarrow y = [\text{OH}^-] = 10^{-3} \sqrt{\frac{2}{3}} \text{ M}$$

Η πλήρης εξουδετέρωση δίνει τιμή pH λίγο κάτω από το 11 οπότε δε γίνεται πλήρης εξουδετέρωση.

Επειδή η δοσμένη τιμή είναι μικρότερη από εκείνη που προκύπτει από την πλήρη εξουδετέρωση πρέπει να υπάρχει περίσσεια οξέος, δηλαδή του NH_4Cl . Αν n_2 mol η ποσότητα του NH_4Cl και n_3 mol η ποσότητα του NaOH τότε μετά την εξουδετέρωση το διάλυμα θα περιέχει $(n_2 - n_3)$ mol NH_4Cl και n_3 mol NH_3 . Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό οπότε:

$$\text{pH} = \text{pKa}(\text{NH}_4^+) + \log \frac{C_\beta}{C_{\text{oξ}}} \rightarrow 9 = 9 + \log \frac{C_\beta}{C_{\text{oξ}}} \rightarrow C_\beta = C_{\text{oξ}} \rightarrow [\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$$

Άρα

$$\frac{n_3}{V_2 + V_3} = \frac{n_2 - n_3}{V_2 + V_3} \rightarrow n_2 = 2n_3 \rightarrow 0,1V_2 = 2 \cdot 0,2V_3 \rightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{4}{1}$$

Δίνεται ότι:

- Η θερμοκρασία όλων των υδατικών διαλυμάτων είναι 25°C , όπου $K_w = 10^{-14}$.
- Στα υδατικά διαλύματα επιτρέπονται οι γνωστές προσεγγίσεις.