



ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021

ΘΕΜΑ Α

A. 1-β, 2-γ, 3-α, 4-β, 5-δ

ΘΕΜΑ Β

B1.

α) Η ηλεκτρονιακές δομές είναι:

Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 3^η περίοδο και 1^η ομάδα

S: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 3^η περίοδο και 16^η ομάδα

K: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ 4^η περίοδο και 1^η ομάδα

Η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω και από δεξιά προς τα αριστερά στον περιοδικό πίνακα.

Άρα $r_S < r_{Na} < r_K$

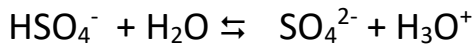
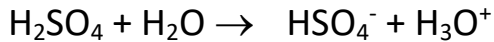
β) $E_{i1Na} < E_{i1S}$

επειδή $r_S < r_{Na}$ Μεγαλύτερη ελκτική δύναμη από τον πυρήνα προς τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας.

Το δραστικό πυρηνικό φορτίο του Na είναι μικρότερο από το δραστικό πυρηνικό φορτίο του S άρα στο S έχουμε μεγαλύτερη ελκτική δύναμη.

B2.

α) Με την προσθήκη στο διάλυμα H_2SO_4 πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις:



επομένως αυξάνεται η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ και με βάση την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά (τείνει να αναιρέσει την μεταβολή) άρα επικρατεί το πορτοκαλί χρώμα.

β) Με την προσθήκη στο διάλυμα NaOH πραγματοποιείται αντίδραση εξουδετέρωσης με τα οξόνια του διαλύματος. Μειώνεται η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα και με βάση την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά (τείνει να αναιρέσει την μεταβολή) άρα επικρατεί το κίτρινο χρώμα.

B3.

Το κατιόν ${}_2\text{He}^+$ είναι υδρογονοειδές κατά συνέπεια οι υποστιβάδες της ίδιας στιβάδας έχουν μεταξύ τους ίσες ενέργειες (καθορίζονται μόνο από τον κύριο κβαντικό αριθμό) επομένως η ενέργεια της $3s$ είναι ίση με τη ενέργεια της $3d$ υποστιβάδας.

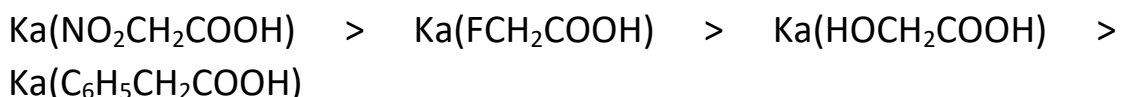
$$\Delta E = |E_f - E_i| = |E_3 - E_4| = E = h \cdot \nu$$

Αφού η ΔE είναι ίδια, ίδιες θα είναι και οι αντίστοιχες συχνότητες των μεταπτώσεων i και ii.

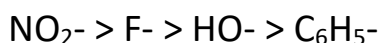
B4.

α) Επειδή $pK_a = -\log K_a$ η μείωση της τιμής pK_a σημαίνει αύξηση της K_a άρα και της ισχύος ενός οξέος.

Επομένως επειδή :



και επειδή γνωρίζουμε ότι η αύξηση του $-I$ επαγωγικού φαινομένου ευνοεί την ισχύ ενός οξέος έχουμε ότι η σειρά αύξησης του επαγωγικού φαινομένου για τους υποκατάστατες είναι:



β) Βλέπουμε ότι $K_a(\text{CF}_3\text{COOH}) > K_a(\text{CFH}_2\text{COOH})$ άρα το CF_3COOH είναι ισχυρότερο οξύ. Ο υποκαταστάτης F- είναι πολύ ισχυρό ηλεκτραρνητικό άτομο και η ύπαρξη περισσοτέρων ατόμων F- λειτουργεί αθροιστικά και αυξάνει το -I επαγωγικό φαινόμενο και επομένως την αύξηση της ισχύος του οξέος.

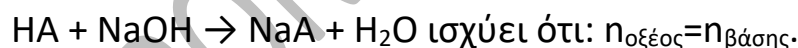
B5.

Στη δομή A εξαιτίας της γεωμετρίας του μορίου η συνολική διπολική ροπή είναι μηδέν και το μόριο είναι μη πολικό σε αντίθεση με την δομή του B που εμφανίζει πολικότητα.

Γνωρίζουμε ότι πολικοί διαλύτες διαλύουν πολικές ενώσεις άρα η δομή η B διαλύεται περισσότερο στο νερό που είναι πολικός διαλύτης.

ΘΕΜΑ Γ**Γ1.**

α) Αφού η συγκέντρωση του οξέος HA είναι ίση με αυτή της βάσης B, έστω C. Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης του HA με πρότυπο διάλυμα NaOH, ισχύει η πλήρης εξουδετέρωση του οξέος από τη βάση και επειδή τα μολ τους είναι σε στοιχειομετρική αναλογία λόγω της αντίδρασης



$C \cdot 0,02 = 0,2 \cdot 0,02$ επομένως: **C=0,2 M**

β) Όταν έχουν προστεθεί 10 mL από το πρότυπο διάλυμα NaOH τότε έχουμε: $n_{\text{HA}} = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol}$ HA και $n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,01 = 0,002 \text{ mol}$ NaOH



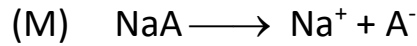
Αρχ. 0,004 0,002

Α/Π -0,002 -0,002 +0,002

Τελ. 0,002 - 0,002

Και επειδή ο όγκος του διαλύματος είναι συνολικά $0,02+0,01=0,03$ L οι συγκεντρώσεις για τις ουσίες HA και NaA είναι ίσες και η καθεμία: $C_{HA}=C_{NaA}=0,002/0,03=1/15$ M.

Από την διάσταση του άλατος προκύπτει:



Αρχ. 1/15

Τελ. - 1/15 1/15

καθώς οι συγκεντρώσεις HA και A^- είναι ίσες, το διάλυμα είναι ρυθμιστικό και αφού ισχύουν οι προσεγγίσεις, θα ισχύει και η σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{[HA]}{[A^-]} \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-6} \cdot \frac{[HA]}{[A^-]} \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-6} \text{ M}$$

και $pH = -\log 10^{-6} = 6$

Γ2.

α) Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης της βάσης B με πρότυπο διάλυμα HCl, ισχύει η πλήρης εξουδετέρωση της βάσης με το πρότυπο διάλυμα HCl και επειδή τα mol τους είναι σε στοιχειομετρική αναλογία λόγω της αντίδρασης $B + HCl \longrightarrow BHCl$ ισχύει ότι:

$n_{\text{οξέος}} = n_{\text{βάσης}} \Rightarrow 0,2 \cdot V = 0,2 \cdot 0,02$ επομένως **V=0,02 L πρότυπου διαλύματος**

β) Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης έχουμε:



Αρχ. 0,004 0,004

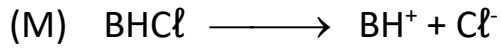
A/Π -0,004 -0,004 +0,004

Τελ. - - 0,004

και όγκο $0,02+0,02=0,04$ L επομένως η συγκέντρωση του BHCl:

$C_{BHCl}=0,004/0,04=0,1$ M

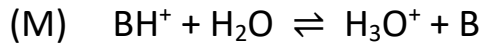
Το άλας δίδεται :



Αρχ. 0,1

Τελ. - 0,1 0,1

Το Cl^- δεν αντιδρά με το H_2O γιατί προέρχεται από ισχυρό ηλεκτρολύτη. Έτσι:



Αρχ. 0,1

I/Π -x +x +x

Ιοντ.Ι. 0,1 -x x x

$$K_{aBH^+} = \frac{K_w}{K_{bB}} \quad \text{και} \quad K_{aBH^+} = 10^{-8}$$

$$K_{aBH^+} = \frac{[H_3O^+][B]}{[BH^+]} = \frac{x \cdot x}{0,1-x} \quad \text{και επειδή ισχύουν οι προσεγγίσεις } 0,1-x$$

$x=0,1$ επομένως έχουμε

$$x^2 = 10^{-8} \cdot 0,1 \quad \text{και} \quad x = 10^{-4,5} \text{ M} \quad \text{άρα } pH = -\log 10^{-4,5} = 4,5$$

Γ3.

Η περιοχή αλλαγής χρώματος του κάθε δείκτη δίνεται από την σχέση $pKa_{H\Delta} - 1 \leq pH \leq pKa_{H\Delta} + 1$ και το pH στο ισοδύναμο σημείο θα πρέπει να περιέχεται στην περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη ή να βρίσκεται στο κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης.

Η αλιζαρίνη έχει περιοχή αλλαγής χρώματος σε pH 10-12, άρα σε βασική περιοχή, επομένως αυτός ο δείκτης είναι κατάλληλος για την ογκομέτρηση του διαλύματος Δ1, καθώς το διάλυμα που προκύπτει στο ισοδύναμο σημείο προέρχεται από την εξουδετέρωση ασθενούς οξέος και ισχυρής βάσης, άρα το διάλυμα θα είναι βασικό. Ο δείκτης αλιζαρίνη είναι ο μοναδικός δείκτης που περιλαμβάνει βασικό pH στην περιοχή αλλαγής του χρώματος του. **Κατάλληλος δείκτης λοιπόν ο (i)**

Για την ηλιανθίνη έχει περιοχή αλλαγής χρώματος σε pH 2,5-4,5, και επειδή το pH στο ισοδύναμο σημείο της δεύτερης ογκομέτρησης είναι 4,5 συμπεραίνουμε ότι για το Δ2 **κατάλληλος δείκτης είναι ο (iii)**

Γ4.

Από το οξύ HA έχουμε $0,2 \cdot V$ mol και από την βάση $0,2 \cdot V$ mol και από την αντίδραση του θα έχουμε: $B + HA \longrightarrow BHA$ $0,2V$ mol άλατος BHA.

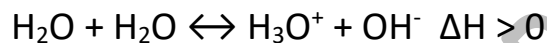
Η συγκέντρωση του BHA θα είναι $0,2V/2V=0,1$ M .

Το άλας δίνει: $BHA \longrightarrow BH^+ + A^-$ σε ίσες μεταξύ τους συγκεντρώσεις. Επειδή τα ιόντα προέρχονται από εξουδετέρωση ασθενούς οξέος και ασθενούς βάσης, το pH του διαλύματος θα προκύπτει από την σύγκριση των σταθερών ιοντισμού τους.

Επειδή $K_{aHA} = K_{bB}$ έχουμε και $K_{bA^-} = K_{aBH^+}$ και τα δύο ιόντα έχουν την ίδια αρχική συγκέντρωση $C=0,1$ M.

Επομένως το διάλυμα θα είναι **ουδέτερο**.

Γ5. Η αντίδραση αυτοϊοντισμού του νερού είναι ενδόθερμη αντίδραση



Κατά την ογκομέτρηση που στην πράξη είναι μια αντίδραση εξουδετέρωσης έχουμε αντίδραση H_3O^+ του οξέος με τα OH^- της βάσης προς σχηματισμό H_2O , άρα μετατόπιση της ισορροπίας προς τα αριστερά, δηλαδή σύμφωνα με τον νόμο των Lavoisier-Laplace προς την εξώθερμη αντίδραση, άρα εκλύεται θερμότητα προς το περιβάλλον και η **θερμοκρασία αυξάνεται**.

ΘΕΜΑ Δ**Δ1.**

mol	$N_2(g) +$	$3H_2(g) \rightleftharpoons$	$2NH_3(g)$
Αρχ.	n	n	
Αντ./Παρ.	x	3x	2x
Χ.Ι.	$n - x$	$n - 3x$	2x
σύσταση	5x	3x	2x

Αφού οι όγκοι των αερίων είναι μετρημένοι στις ίδιες συνθήκες (όλα βρίσκονται στο ίδιο δοχείο) ισχύει: Αναλογία mol = Αναλογία όγκων

$$\frac{n_{NH_3}}{n_{ολ.}} = \frac{20}{100} \Leftrightarrow \frac{2x}{2n-2x} = 0,2 \Leftrightarrow n = 6x$$

Από τον έλεγχο περίσσειας προκύπτει ότι:

1 mol N₂ απαιτεί 3 mol H₂

n mol N₂ απαιτεί κ = 3n mol H₂

Άρα το N₂ είναι σε περίσσεια.

Επομένως η απόδοση της αντίδρασης υπολογίζεται ως εξής:

$$\alpha = \frac{\text{πρακτικά}}{\text{θεωρητικά}} = \frac{3x}{n} = \frac{3x}{6x} = 0,5 \text{ ή } 50\%$$

Δ2. $n_{ολ.} = 5x + 3x + 2x = 10x \Rightarrow x = 1 \text{ mol}$

Το σύστημα βρίσκεται σε χημική ισορροπία και από την K_c υπολογίζουμε τον όγκο του δοχείου:

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{\left(\frac{2}{V_1}\right)^2}{\left(\frac{5}{V_1}\right) \cdot \left(\frac{3}{V_1}\right)^3} = \frac{20}{27} \Rightarrow V_1 = 5L$$

Δ3.

α) Αφού οι αντιδράσεις είναι απλές θα έχουμε:

$$u_1 = k_1$$

$$u_2 = k_2 \cdot [CO_2]$$

β) Από το πινακάκι έχουμε:

mol	CaCO ₃ (s) ⇌	CaO(s)+	CO ₂ (g)
Αρχ.	2		
Αντ./Παρ.	x	x	x
Χ.Ι.	2 - x	x	x

Από το βαθμό διάσπασης του CaCO_3 υπολογίζουμε το x :

$$\alpha = \frac{\text{πρακτικά}}{\text{θεωρητικά}} = \frac{x}{2} = 0,5 \Leftrightarrow x = 1 \text{ mol}$$

Χρησιμοποιώντας την ταχύτητα της αντίδρασης προκύπτει:

$$u_2 \text{ max} = u_{\text{CO}_2} (\text{max}) = 0,4 \text{ M} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$u_2 \text{ max} = k_2 \cdot [\text{CO}_2] \Rightarrow 0,4 \text{ M} \cdot \text{min}^{-1} = k_2 \cdot \frac{1}{1} \text{ M} \Leftrightarrow k_2 = 0,4 \text{ min}^{-1}$$

Στη Χ.Ι. όμως ισχύει ότι:

$$u_2 \text{ max} = u_1 \Rightarrow 0,4 \text{ M} \cdot \text{min}^{-1} = k_1$$

γ) Για να υποδιπλασιαστεί η πίεση, με δεδομένο ότι η θερμοκρασία και ο όγκος είναι σταθερά, πρέπει όπως αποδεικνύεται από την καταστατική να υποδιπλασιαστούν τα mol του CO_2 : $P \cdot V = n_{\text{CO}_2} \cdot R \cdot T$

Στη Χημική Ισορροπία ισχύει για την K_c ότι: $K_c_{\text{X.I.1}} = [\text{CO}_2] = \frac{x}{1} = 1$

Η τιμή της K_c εξαρτάται από τη θερμοκρασία, κι αφού η θερμοκρασία και ο όγκος είναι σταθερά, είναι αδύνατον να υποδιπλασιαστούν τα mol CO_2 , αν το σύστημα φτάσει σε ισορροπία.

Επομένως η αντίδραση μετατρέπεται σε μονόδρομη:

mol	$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons$	$\text{CaO}(\text{s}) +$	$\text{CO}_2(\text{g})$
Αρχ.	2		
Αντ./Παρ.	ω	ω	ω
Χ.Ι.	$2 - \omega$	ω	ω

Αφού η αντίδραση γίνεται μονόδρομη πρέπει: $2 - \omega = 0 \Rightarrow \omega = 2 \text{ mol}$
 Άρα πρέπει να αφαιρέσουμε **1,5 mol CO_2** ώστε στο τέλος της αντίδρασης να υπάρχει η μισή ποσότητα CO_2 σε σχέση με την αρχική Χ.Ι.