

Ενδεικτική επίλυση

α)

i. Το διάλυμα Δ1 παρασκευάστηκε με τη διάλυση 0,05 mol NH_4NO_3 σε τελικό όγκο 500 mL. Επομένως η συγκέντρωση του Δ1 σε NH_4NO_3 είναι:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,05 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

Η στοιχειομετρία της διάστασης του $\text{NH}_4\text{NO}_3(s)$ εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα.

M	$\text{NH}_4\text{NO}_3(s) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}(l)} \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$		
αρχικά	0,1		
αντιδρούν	0,1		
παράγονται		0,1	0,1
τελικά		0,1	0,1

Το NO_3^- δεν αντιδρά με το νερό, ενώ το NH_4^+ αντιδρά με το νερό σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

M	$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$			
αρχικά	0,1			
αντιδρούν	x			
παράγονται			x	x
ιοντική ισορροπία	0,1-x ≈ 0,1		x	x

Αφού το pH του Δ1 είναι ίσο με 5 θα ισχύει:

$$\text{pH} = 5 \Rightarrow -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NH}_3] = 10^{-5} \text{ M}$$

Η σταθερά ιοντικής ισορροπίας K_a του ιοντισμού του NH_4^+ είναι:

$$K_{a_{\text{NH}_4^+}} = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \Rightarrow K_{a_{\text{NH}_4^+}} = \frac{10^{-5} \cdot 10^{-5}}{10^{-1}} \text{ M} \Rightarrow K_{a_{\text{NH}_4^+}} = 10^{-9} \text{ M}$$

Επομένως η σταθερά ιοντισμού του NH_4^+ θα είναι $K_{a_{\text{NH}_4^+}} = 10^{-9} \text{ M}$.

ii. Ο βαθμός ιοντισμού (α) του NH_4^+ μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$K_{a_{\text{NH}_4^+}} = \alpha^2 \cdot c \Rightarrow 10^{-9} = \alpha^2 \cdot 0,1 \Rightarrow \alpha = \sqrt{10^{-8}} \Rightarrow \alpha = 10^{-4}$$

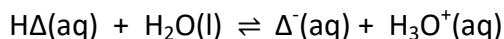
Επομένως ο βαθμός ιοντισμού (α) του NH_4^+ στο διάλυμα Δ1 είναι $\alpha = 10^{-4}$ ή 0,01%

β)

i. Το διάλυμα Δ3 θα αποκτήσει κίτρινο χρώμα. Η σταθερά ιοντισμού του $\text{H}\Delta$ είναι $K_{a_{\text{H}\Delta}} = 10^{-7} \text{ M}$. Το χρώμα της όξινης μορφής του δείκτη κυριαρχεί όταν ισχύει: $\text{pH} < \text{p}K_a$

1 δηλαδή το pH του διαλύματος είναι μικρότερο του $7 - 1 = 6$. Το χρώμα της βασικής μορφής κυριαρχεί όταν ισχύει $\text{pH} > \text{pK}_a + 1$ δηλαδή το pH του διαλύματος είναι μεγαλύτερο του $7 + 1 = 8$. Το pH του Δ1 είναι ίσο με 5 δηλαδή μικρότερο από 6 επομένως θα κυριαρχεί το κίτρινο χρώμα της όξινης μορφής του δείκτη.

ii. Στο διάλυμα Δ1 ο δείκτης θα ιοντίζεται όπως περιγράφεται στη χημική εξίσωση:



Τα H_3O^+ που συνεισφέρει ο δείκτης θεωρούνται αμελητέα (λόγω της πολύ μικρής ποσότητάς του, 1-2 σταγόνες) και δεν επηρεάζουν το pH, άρα για τη σταθερά ιοντικής ισορροπίας του παραπάνω ιοντισμού ισχύει:

$$K_{\text{aH}\Delta} = \frac{[\Delta^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow 10^{-7} \text{ M} = \frac{[\Delta^-] \cdot 10^{-5}}{[\text{H}\Delta]} \text{ M} \Rightarrow \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = 10^{-2}$$

Επομένως ο λόγος των συγκεντρώσεων των δύο μορφών του δείκτη θα είναι:

$$\frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} = 10^{-2}.$$

β)

i. Το άτομο αζώτου στο NH_4^+ έχει αριθμό οξείδωσης ίσο με -3. Το άτομο αζώτου στο NO_3^- έχει αριθμό οξείδωσης ίσο με +5. Και τα δύο άτομα αλλάζουν αριθμό οξείδωσης καθώς στο N_2O έχουν αριθμό οξείδωσης ίσο με +1. Επομένως η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική.

ii. Σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση (1):

όταν διασπάται 1 mol $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ απελευθερώνονται 366 kJ θερμότητας,

επομένως όταν διασπώνται 0,05 mol $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ απελευθερώνονται q kJ θερμότητας

όπου $q = 0,05 \cdot 366 \Rightarrow q = 18,3$.

Άρα απελευθερώνονται 18,3 kJ θερμότητας κατά τη διάσπαση 0,05 mol $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$.