

### Ενδεικτική επίλυση

α) Τα mol NH<sub>3</sub> στο διάλυμα Δ1 είναι:

$$c_1 = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow n_1 = c_1 \cdot V_1 \Rightarrow n_1 = 0,125 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,4 \text{ L} \Rightarrow n_1 = 0,05 \text{ mol}$$

Τα mol HNO<sub>3</sub> στο διάλυμα Δ2 είναι:

$$c_2 = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow n_2 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow n_2 = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{ L} \Rightarrow n_2 = 0,05 \text{ mol}$$

i) Με την ανάμιξη των Δ1 και Δ2 πραγματοποιείται χημική αντίδραση εξουδετέρωσης που περιγράφεται με τη θερμοχημική εξίσωση (1).

Οι ποσότητες των διαφόρων συστατικών και το ποσό θερμότητας που εκλύεται καθώς εξελίσσεται το φαινόμενο μεταβάλλονται σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

mol	NH <sub>3</sub> (aq) + HNO <sub>3</sub> (aq) → NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (aq), ΔH=-12,5 kJ mol <sup>-1</sup> (1)			
αρχικά	0,05	0,05		
αντιδρούν	0,05	0,05		
παράγονται			0,05	
τελικά	0	0	0,05	q = 0,05 mol · 12,5 kJ mol <sup>-1</sup> ⇒ q = 0,625 kJ ή 625 J

Σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση (1) όταν εξουδετερώνεται 1 mol NH<sub>3</sub>(aq) με 1 mol HNO<sub>3</sub>(aq) εκλύονται 12,5 kJ θερμότητας. Επομένως όταν εξουδετερώνονται 0,05 mol κάθε συστατικού εκλύονται:

$$q = 12,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 625 \cdot 10^{-3} \text{ kJ}$$

Άρα εκλύονται 0,625 kJ ή 625 J θερμότητας κατά την εξουδετέρωση της NH<sub>3</sub> με HNO<sub>3</sub>.

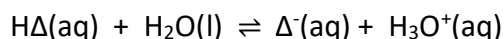
ii. Αφού η εξουδετέρωση είναι εξώθερμο φαινόμενο (ΔH < 0), κατά την πραγματοποίησή του εκλύεται θερμότητα, επομένως η θερμοκρασία του διαλύματος που παρασκευάζεται θα αυξηθεί και το θερμόμετρο θα έχει υψηλότερη ένδειξη θερμοκρασίας από την αρχική.

β)

i. Το διάλυμα Δ3 θα αποκτήσει κίτρινο χρώμα. Η σταθερά ιοντισμού του κυανού της βρωμοθυμόλης είναι  $K_{a_{\text{HΔ}}} = 10^{-7,5}$  M. Το χρώμα της όξινης μορφής του δείκτη κυριαρχεί όταν

ισχύει:  $\text{pH} < \text{pK}_a - 1$  δηλαδή το  $\text{pH}$  του διαλύματος είναι μικρότερο του  $7,5 - 1 = 6,5$ . Το χρώμα της βασικής μορφής κυριαρχεί όταν ισχύει  $\text{pH} > \text{pK}_a + 1$  δηλαδή το  $\text{pH}$  του διαλύματος είναι μεγαλύτερο του  $7,5 + 1 = 8,5$ . Το  $\text{pH}$  του Δ3 είναι ίσο με 5,5 δηλαδή μικρότερο από 6,5 επομένως θα κυριαρχεί το κίτρινο χρώμα της όξινης μορφής του δείκτη.

ii. Στο διάλυμα Δ3 ο δείκτης θα ιοντίζεται όπως περιγράφεται στη χημική εξίσωση:



Τα  $\text{H}_3\text{O}^+$  που συνεισφέρει ο δείκτης θεωρούνται αμελητέα (λόγω της πολύ μικρής ποσότητάς του, 1-2 σταγόνες) και δεν επηρεάζουν το  $\text{pH}$ , άρα για τη σταθερά ιοντικής ισορροπίας του παραπάνω ιοντισμού ισχύει:

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

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

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