

Ενδεικτική επίλυση

α) Στη χημική ισορροπία ισχύει ότι:

$$c(\text{NH}_3) = 0,2 \text{ M} \Rightarrow \frac{n(\text{NH}_3)}{V} = 0,2 \text{ M} \Rightarrow n(\text{NH}_3) = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 5 \text{ L} = 1 \text{ mol}$$

Από τη θερμοχημική εξίσωση: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ/mol}$

προκύπτει ότι : όταν παράγονται 2 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ εκλύεται θερμότητα 92 kJ

 όταν παράγεται 1 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ εκλύεται θερμότητα y kJ

$$\frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = \frac{92 \text{ kJ}}{y \text{ kJ}} \Rightarrow y = 92 \cdot 0,5 = 46$$

Επομένως η θερμότητα που εκλύεται από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση χημικής ισορροπίας είναι 46 kJ.

β) Η απόδοση της αντίδρασης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{n(\text{NH}_3) \text{ που παράγονται}}{n(\text{NH}_3) \text{ που θα παράγονταν θεωρητικά}} \quad (1)$$

Ο υπολογισμός της ποσότητας της NH_3 που θα παράγονταν θεωρητικά υπολογίζεται από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης και με βάση τα αρχικά mol H_2 , αφού το N_2 είναι σε περίσσεια (τα αρχικά 1,5 mol N_2 απαιτούν για πλήρη αντίδραση $3 \times 1,5 \text{ mol} = 4,5 \text{ mol H}_2$, ενώ διατίθενται μόλις 2,5 mol H_2 , άρα το N_2 είναι σε περίσσεια).



Από 3 mol H_2 παράγονται θεωρητικά 2 mol NH_3

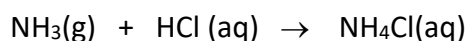
Από 2,5 mol H_2 παράγονται θεωρητικά z mol NH_3

$$\frac{3 \text{ mol}}{2,5 \text{ mol}} = \frac{2 \text{ mol}}{z \text{ mol}} \Rightarrow z = \frac{5}{3}$$

$$\text{Από τη σχέση (1)} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{\frac{5}{3}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

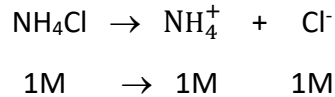
Άρα η απόδοση της αντίδρασης ① είναι 0,6 ή 60%.

γ) $n(\text{NH}_3) = 1 \text{ mol}$ και $n(\text{HCl}) = c \cdot V = 1 \text{ M} \cdot 1 \text{ L} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 1 \text{ L} = 1 \text{ mol}$.



Άρα, με τη διοχέτευση της αμμωνίας, $\text{NH}_3(\text{g})$, εξουδετερώνεται πλήρως το υδροχλώριο του διαλύματος, $\text{HCl}(\text{aq})$, και προκύπτει 1 L τελικού διαλύματος NH_4Cl 1M.

Στο τελικό διάλυμα υπάρχουν τα ιόντα που προκύπτουν από τη διάσπαση του NH_4Cl .



Τα ιόντα Cl^- δεν αντιδρούν με το νερό, διότι το Cl^- είναι η συζυγής βάση του HCl , το οποίο είναι ισχυρό οξύ σε υδατικά διαλύματα. Τα ιόντα NH_4^+ αντιδρούν με το νερό, όπως φαίνεται στον πίνακα:

M	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$			
αρχικά	1			
ιοντίζονται	ω			
παράγονται			ω	ω
ιοντική ισορροπία	$1 - \omega \approx 1$		ω	ω

Η K_a του NH_4^+ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_{a,\text{NH}_4^+} = \frac{K_w}{K_{b,\text{NH}_3}} = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{10^{-5} \text{ M}} = 10^{-9} \text{ M}$$

Η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_{a,\text{NH}_4^+} = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \Rightarrow 10^{-9} \text{ M} = \frac{\omega^2 \text{ M}^2}{1 \text{ M}} \Rightarrow \omega = 10^{-4,5}$$

Άρα η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ είναι ίση με $10^{-4,5} \text{ M}$.

$$\omega \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4,5} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,5.$$

Επομένως το pH του διαλύματος Δ1 είναι ίσο με 4,5.