

Ενδεικτική επίλυση

α) Επειδή στο δοχείο εισάγονται ποσότητες από όλα τα σώματα, θα πρέπει να διερευνήσουμε προς ποια κατεύθυνση θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση. Για τον λόγο αυτό θα υπολογίσουμε το πηλίκο αντίδρασης Q_c και θα το συγκρίνουμε στη συνέχεια με τη σταθερά ισορροπίας K_c .

$$Q_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{n_{\text{HI}}}{V}\right)^2}{\left(\frac{n_{\text{H}_2}}{V}\right) \cdot \left(\frac{n_{\text{I}_2}}{V}\right)} = \frac{\left(\frac{1,6 \text{ mol}}{V L}\right)^2}{\left(\frac{0,1 \text{ mol}}{V L}\right) \cdot \left(\frac{0,1 \text{ mol}}{V L}\right) \text{M}} = 16^2 = 256.$$

Επειδή $Q_c > K_c$ η αντίδραση θα πραγματοποιηθεί με κατεύθυνση προς τα αριστερά, ώστε η τιμή του πηλίκου Q_c να μικρύνει (μεγαλώνει ο παρονομαστής του κλάσματος και ελαττώνεται ο αριθμητής). Κατ' αυτό τον τρόπο το σύστημα προσεγγίζει τη θέση ισορροπίας, όπου $Q_c = K_c$.

mol	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$		
Αρχικά	0,1	0,1	1,6
Αντιδρούν			2x
Παράγονται	x	x	
Ισορροπία	(0,1+x)	(0,1+x)	(1,6-2x)

Στη χημική ισορροπία ισχύει ότι:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{1,6 - 2x}{V}\right)^2 \text{M}^2}{\left(\frac{0,1 + x}{V}\right) \text{M} \cdot \left(\frac{0,1 + x}{V}\right) \text{M}} \Rightarrow 49 = \frac{(1,6 - 2x)^2}{(0,1 + x) \cdot (0,1 + x)} \Rightarrow$$
$$7^2 = \left(\frac{1,6 - 2x}{0,1 + x}\right)^2$$

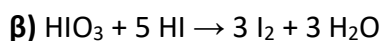
Επειδή η σταθερά ισορροπίας K_c είναι ένα πηλίκο συγκεντρώσεων, αυτό σημαίνει ότι μπορεί να πάρει μόνο θετικές τιμές.

$$\text{Οπότε ισχύει ότι: } 7 = \frac{1,6 - 2x}{0,1 + x} \Rightarrow 0,7 + 7x = 1,6 - 2x \Rightarrow 9x = 0,9 \Rightarrow x = 0,1$$

Επομένως η σύσταση του μίγματος των αερίων μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας ① είναι:

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{I}_2} = (0,1 + x) \text{ mol} = (0,1 + 0,1) \text{ mol} = 0,2 \text{ mol}.$$

$$n_{\text{HI}} = (1,6 - 2x) \text{ mol} = (1,6 - 2 \cdot 0,1) \text{ mol} = (1,6 - 0,2) \text{ mol} = 1,4 \text{ mol}.$$



γ) Έστω ότι στο 1^ο μέρος περιέχονται y mol HI(g).

mol	$\text{HIO}_3 + 5 \text{HI} \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
Αρχικά	y
Τελικά	--- $\frac{3y}{5}$

Επειδή παράγονται 0,06 mol I_2 ισχύει ότι:

$$\frac{3y}{5} = 0,06 \Rightarrow 3y = 0,3 \Rightarrow y = 0,1.$$

Επομένως η ποσότητα HI(g) που διαβιβάστηκε στο υδατικό διάλυμα HIO_3 είναι ίση με 0,1 mol.

δ. Για το CH_3NH_2 ισχύει ότι: $n = c \cdot V = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 1 \text{ L} = 0,2 \text{ mol}$.

Για το $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ ισχύει ότι: $n' = c' \cdot V = 0,4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 1 \text{ L} = 0,4 \text{ mol}$.

Από το μίγμα της χημικής ισορροπίας ① απομονώθηκαν και διοχετεύθηκαν στο διάλυμα (Δ1) 0,1 mol αερίου HI. Οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση η οποία περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:

mol	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$		
Αρχικά	0,2	0,1	0,4
Αντιδρούν	0,1	0,1	
Παράγονται			0,1
Τελικά	0,1	---	0,5

Οι συγκεντρώσεις των διαλυμένων ουσιών που βρίσκονται στο διάλυμα (Δ2) είναι:

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = \frac{0,1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}.$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}] = \frac{0,5 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,5 \text{ M}.$$

Το διάλυμα (Δ2) είναι ρυθμιστικό, καθώς σε αυτό περιέχεται η ασθενής βάση CH_3NH_2 και σε παραπλήσια συγκέντρωση το συζυγές οξύ CH_3NH_3^+ , που προκύπτει από την πλήρη διάσπαση του άλατος $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$.

Σύμφωνα με την εξίσωση των Henderson και Hasselbalch ισχύει ότι:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_{a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)} \cdot \frac{[\text{οξύος}]}{[\text{βάση}]} = \frac{K_w}{K_{b(\text{CH}_3\text{NH}_2)}} \cdot \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]} = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{5 \cdot 10^{-4} \text{ M}} \cdot \frac{0,5 \text{ M}}{0,1 \text{ M}} = 10^{-10} \text{ M}.$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-10} = 10.$$

Επομένως το pH του διαλύματος (Δ2) στους 25 °C είναι ίσο με 10.