

Ενδεικτική επίλυση

α) Για την ενθαλπία της αντίδρασης (1) ισχύει:

$$\Delta H_1 = \Sigma \Delta H_f(\text{προϊόντων}) - \Sigma \Delta H_f(\text{αντιδρώντων}) \Rightarrow$$

$$\Delta H_1 = 2 \cdot \Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) + 2 \cdot \Delta H_f(\text{Cl}_2) - 4 \cdot \Delta H_f(\text{HCl}) - \Delta H_f(\text{O}_2) \Rightarrow$$

$$\Delta H_1 = 2 \cdot (-242 \text{ kJ mol}^{-1}) + 0 - 4 \cdot (-92,5 \text{ kJ mol}^{-1}) - 0 \Rightarrow$$

$$\Delta H_1 = -484 \text{ kJ mol}^{-1} + 370 \text{ kJ mol}^{-1} \Rightarrow$$

$$\Delta H_1 = -114 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Επομένως η ενθαλπία της χημικής αντίδρασης στους θ °C είναι ίση με -114 kJ mol^{-1} .

β)

i. Για την έκφραση της K_c θα ισχύει:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]^2}{[\text{HCl}]^4 \cdot [\text{O}_2]}$$

ii. Οι ποσότητες των διαφόρων συστατικών στην ισορροπία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

n (mol)	4 HCl(g) + O ₂ (g) \rightleftharpoons 2 Cl ₂ (g) + 2 H ₂ O(g), $\Delta H < 0$			
αρχικά	10	6		
αντιδρούν	4x	x		
παράγονται			2x	2x
τελικά	10 - 4x	6 - x	2x	2x

Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας, στο δοχείο περιέχονται 4 mol Cl₂ (g).

Επομένως: $2x = 4 \Rightarrow x = 2 \text{ mol}$.

Άρα στην κατάσταση χημικής ισορροπίας στο δοχείο περιέχονται 2 mol HCl, 4 mol O₂, 4 mol Cl₂ και 4 mol H₂O. Επομένως για την τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας K_c ισχύει ότι:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]^2}{[\text{HCl}]^4 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{4}{1}\right)^2 \text{M}^2 \cdot \left(\frac{4}{1}\right)^2 \text{M}^2}{\left(\frac{2}{1}\right)^4 \text{M}^4 \cdot \left(\frac{4}{1}\right) \text{M}} \Rightarrow K_c = 4 \text{ M}^{-1}$$

Η K_c της αντίδρασης είναι ίση με 4 M^{-1} .

iii. Η απόδοση της αντίδρασης υπολογίζεται σύμφωνα με το περιοριστικό αντιδρών που είναι το HCl(g). Επομένως θα ισχύει:

$$\alpha = \frac{n_{\text{HCl}} \text{πρακτικά}}{n_{\text{HCl}} \text{θεωρητικά}} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ ή } \alpha = 80 \%$$

Η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με 0,8 ή 80%.

iv. Σύμφωνα με την θερμοχημική εξίσωση (1):

Όταν αντιδρούν 4 mol HCl απελευθερώνονται 114 kJ θερμότητας.

Όταν αντιδρούν 8 mol HCl » q kJ;

$$\frac{4 \text{ mol HCl}}{8 \text{ mol HCl}} = \frac{114 \text{ kJ}}{q \text{ kJ}} \Rightarrow q = 228$$

Επομένως απελευθερώνονται 228 kJ θερμότητας κατά την αντίδραση αέριου υδροχλωρίου με οξυγόνο μέχρι η αντίδραση να φθάσει σε κατάσταση χημικής ισορροπίας.

γ)

i. Με τη μεταβολή του όγκου η ποσότητα του $\text{Cl}_2(\text{g})$ ελαττώθηκε, άρα η θέση χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε αριστερά. Στην αριστερή πλευρά της αντίδρασης (αντιδρώντα) είναι μεγαλύτερο το άθροισμα των στοιχειομετρικών συντελεστών των αέριων σωμάτων. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η θέση χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται προς την πλευρά που παράγονται περισσότερα mol αερίων όταν ελαττώνεται η πίεση με αύξηση του όγκου του δοχείου. Επομένως ο όγκος του δοχείου **αυξήθηκε**.

ii. Οι ποσότητες των διαφόρων συστατικών μέχρι την αποκατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας μεταβάλλονται σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

n (mol)	$4 \text{ HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta H < 0$			
χημική ισορροπία 1	2	4	4	4
αντιδρούν			2/3	2/3
παράγονται	4/3	1/3		
χημική ισορροπία 2	10/3	13/3	10/3	10/3

Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή επομένως η K_c δεν μεταβάλλεται. Στη νέα θέση της χημικής ισορροπίας και για τον νέο όγκο V' θα ισχύει:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]^2}{[\text{HCl}]^4 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{10}{3V'}\right)^2 \cdot \left(\frac{10}{3V'}\right)^2}{\left(\frac{10}{3V'}\right)^4 \cdot \left(\frac{13}{3V'}\right)} \Rightarrow$$

$$4 \text{ M}^{-1} = \frac{3V'}{13 \text{ mol}} \Rightarrow V' = \frac{52}{3} \text{ L} \text{ ή } V' = 17,33 \text{ L}$$

Επομένως ο νέος όγκος του δοχείου είναι ίσος με 17,33 L.