محاليل الحموض القوية
Strong Acids Solutions

ترتبط قوة الحموض بقدرتها على التأين في الماء، وهذا ما يعرف بقوة الحمض.

الحموض القوية ($HClO_4$, HNO_3 , HI , HBr , HCl) تتأين كلياً في الماء؛ وعند إضافة الحمض إلى الماء ينزاح الاتزان في معادلة تأين الماء نحو اليسار، فيقل تركيز OH^- مع بقاء قيمة K_w ثابتة.

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq}$$

عند إضافة حمض قوي إلى الماء يكون للهيدرونيوم في المحلول مصدران، هما:

1. التأين الذاتي للماء، وتهمل قيمته لضآلته.
2. الحمض المضاف، ويعتبر المصدر الرئيس لأيونات H_3O^+ في المحلول؛ لأن الحمض القوي يتفكك كلياً.

لذا عند حساب $[H_3O^+]$ في محاليل الحموض القوية، نعتبر أن $[H_3O^+]$ مصدره الحمض فقط، وتركيزه مساوٍ لتركيز الحمض قبل التأين.

أي أن:

$$[H_3O^+] = [acid]$$

مثال (1):

أحسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في محلول يحتوي على 1×10^{-3} M من حمض الهيدروبروميك HBr .

الحل:

معادلة تأين الحمض:

$$HBr + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Br^-$$

$$[H_3O^+] = [HBr] = 1 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[H_3O^+]\,[OH^-] = 1 \times 10^{-14}\ K_w =$$

$$[OH^-] = Kw[OH\text{-}] = 1 \times 10\text{-}14 1 \times 10\text{-}3 = 1 \times 10^{-11}\ M$$

مثال (2):

محلول حمض HNO_3 يبلغ $[NO_3^-]$ فيه $1 \times 10^{-2}\ M$، فما تركيز محلول الحمض؟

الحل:

معادلة تأين الحمض:

$$HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$$

$$[H_3O^+] = [NO_3^-] = [HNO_3] = 1 \times 10^{-2}\ M$$

مثال (3):

أحسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في محلول جرى تحضيره بإذابة $0.02\ mol$ من حمض البيركلوريك $HClO_4$ في $400\ mL$ من الماء.

الحل:

معادلة تأين الحمض:

$$HClO_4 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + ClO_4^-$$

أحسب تركيز الحمض من عدد مولاته وحجم محلوله:

$$M = nV = 0.02\ mol0.4\ L = 5 \times 10^{-2}\ M$$

$$[H_3O^+] = [HClO_4] = 5 \times 10^{-2}\ M$$

$$[H_3O^+]\,[OH^-] = 1 \times 10^{-14}\ K_w =$$

$$[OH^-] = Kw[OH\text{-}] = 1 \times 10\text{-}145 \times 10\text{-}2 = 0.2 \times 10^{-12}\ M$$

مثال (4):

أي المحلولين الآتيين أكثر حمضية:

محلول حمض $HClO_4$ تركيزه 1.5×10^{-2} M أم محلول حمض HBr الذي تركيزه 3×10^{-2} M

الحل:

الحمضان قويان، ويتفككان كلياً في الماء، وعليه فإن:

$$[H_3O^+] = [HClO_4] = 1.5 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[H_3O^+] = [HBr] = 3 \times 10^{-2} \text{ M}$$

وبما أن تركيز محلول الحمض HBr أكبر من تركيز محلول الحمض $HClO_4$ ، فإن محلول الحمض HBr أكثر حمضية.

مثال (5):

أحسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في محلول تم تحضير بإذابة 12.7 g من HI في 500 mL الماء.

إذا علمت أن الكتلة المولية لـ HI = 127 g/mol و $K_w = 1 \times 10^{-14}$.

الحل:

أحسب عدد مولات الحمض (n) في المحلول:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{12.7 \text{ g}}{127 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$$

أحسب تركيز الحمض (M) في المحلول:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.2 \text{ M}$$

معادلة تأين الحمض:

$$HI + H_2O \rightarrow H_3O^+ + I^-$$

$$[H_3O^+] = [HI] = 0.2\ M$$

$$[H_3O^+]\,[OH^-] = 1 \times 10^{-14}\ K_w =$$

$$[OH^-] = Kw[OH\text{-}] = \ 1 \times 10\text{-}142 \times 10\text{-}1 = 0.5 \times 10^{-13}\ M$$

مثال (6):

كأس تحتوي على 400 mL من الماء النقي، أضيف إليها 0.2 mol من حمض HCl . أحسب التغير الذي طرأ على تركيز H_3O^+ عند إضافة الحمض إلى الماء النقي (أهمل التغير في الحجم).

الحل:

في الماء النقي يكون:

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}\ M$$

عند إضافة الحمض القوي HCl إلى الماء النقي يهمل تركيز أيونات H_3O^+ القادمة من الماء النقي لضآلتها، وتحسب فقط من الحمض المضاف.

أحسب تركيز الحمض (M) في المحلول:

$$M = \ nV = 0.2\ mol0.4\ L = 0.5\ M$$

معادلة تأين الحمض:

$$HCl \ + \ H_2O \rightarrow H_3O^+ \ + \ Cl^-$$

$$[H_3O^+] = [HCl] = 0.5\ M$$

التغير في تركيز H_3O^+ من $1 \times 10^{-7}\ M$ إلى 5×10^{-1} .