



الأيون المشترك

شبكة منهاجي التعليمية

إعداد: أ. أحمد الحسين

سؤال (1):

أضيف محلول ملح  $\text{NaNO}_2$  إلى محلول الحمض  $\text{HNO}_2$ .

- 1- أكتب صيغة الأيون المشترك.  $\text{NO}_2^-$
- 2- ماذا يحدث لتركيز أيون الهيدرونيوم؟ **يقل**
- 3- ماذا يحدث لتركيز أيون الهيدروكسيد؟ **يزداد**
- 4- ماذا يحدث لقيمة pH؟ **يزداد**
- 5- ماذا يحدث لقيمة  $K_a$ ؟ **تبقى ثابتة**
- 6- أين يتجه الاتزان في معادلة الحمض بعد إضافة الملح؟ **نحو يسار المعادلة (المتفاعلات)**
- 7- ماذا يحدث لـ  $[\text{HNO}_2]$  بعد إضافة الملح؟ **يزداد**
- 8- ماذا يحدث لتأين الحمض بعد إضافة الملح؟ **يقل**

سؤال (2):

أضيف محلول ملح  $\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$  إلى محلول القاعدة  $\text{N}_2\text{H}_4$ .

- 1- أكتب صيغة الأيون المشترك.  $\text{N}_2\text{H}_5^+$
- 2- ماذا يحدث لتركيز أيون الهيدروكسيد؟ **يقل**
- 3- ماذا يحدث لتركيز أيون الهيدرونيوم؟ **يزداد**
- 4- ماذا يحدث لقيمة pH؟ **تقل**
- 5- ماذا يحدث لقيمة  $K_b$ ؟ **تبقى ثابتة**
- 6- أين يتجه الاتزان في معادلة القاعدة بعد إضافة الملح؟ **نحو يسار المعادلة (المتفاعلات)**
- 7- ماذا يحدث لـ  $[\text{N}_2\text{H}_4]$  بعد إضافة الملح؟ **يزداد**
- 8- ماذا يحدث لتأين القاعدة بعد إضافة الملح؟ **يقل**

سؤال (3):

اكتب صيغة مادتان تتجان الأيونات المشتركة التالية في محاليلها:



سؤال (4):

أحسب التغير على قيمة pH عند إضافة 0.4 M من ملح إيثانوات البوتاسيوم  $\text{CH}_3\text{COOK}$  إلى محلول حمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  بتركيز 0.2 M ( $K_a = 2 \times 10^{-5}$ )، ( $\log 2 = 0.3$ ).

أحسب ( $\text{pH}_1$ ) للحمض قبل إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 2 \times 10^{-5} \times 0.2 = 4 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين يصبح تركيز الهيدرونيوم:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log (2 \times 10^{-3}) = 3 - \log 2 = 3 - 0.3 = 2.7$$

أحسب ( $\text{pH}_2$ ) بعد إضافة الملح:

أعوض تركيز الحمض وتركيز الأيون المشترك من الملح وقيمة  $K_a$  في العلاقة:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+](0.4)}{(0.2)}$$

من تركيز الملح

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH}_2 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1 \times 10^{-5}) = 5$$

$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1 = 5 - 2.7 = 2.3$$

سؤال (5):

أحسب التغير في قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول الأمونيا  $\text{NH}_3$  تركيزه  $0.2 \text{ M}$  إذا أضيف إليه ملح كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$  بتركيز  $0.2 \text{ M}$  علماً أن  $K_b = 2 \times 10^{-5}$  و  $\log 5 = 0.7$

أحسب ( $\text{pH}_1$ ) للقاعدة قبل إضافة الملح:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-] [\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = 2 \times 10^{-5} \times 0.2 = 4 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين يصبح تركيز الهيدروكسيد:

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-3} \text{ M}$$

ومن تركيز الهيدروكسيد أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم:

$$K_w = [\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.5 \times 10^{-11} = 5 \times 10^{-12} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log (5 \times 10^{-12}) = 12 - \log 5 = 12 - 0.7 = 11.3$$

أحسب ( $\text{pH}_2$ ) بعد إضافة الملح:

أعوض تركيز القاعدة وتركيز الأيون المشترك من الملح وقيمة  $K_b$  في العلاقة:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-] [\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$$

من تركيز الملح

$$2 \times 10^{-5} = \frac{[\text{OH}^-] (0.2)}{(0.2)}$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$K_w = [\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 0.5 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-10} \text{ M}$$

$$\text{pH}_2 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (5 \times 10^{-10}) = 10 - (0.7) = 9.3$$

$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1 = 9.3 - 11.3 = -2$$

والإشارة السالبة في التغير تعني أن قيمة  $\text{pH}$  قد قلت بمقدار (2).



سؤال (6):

1- أحسب قيمة pH لمحلول تركيزه 0.01 M من القاعدة  $N_2H_4$  ( $K_b = 1 \times 10^{-6}$ ).

2- أحسب قيمة pH للمحلول السابق إذا أضيف إلى لتر منه 0.01 mol من الملح  $N_2H_5NO_3$ .

-1

$$K_b = \frac{[OH^-][N_2H_5^+]}{[N_2H_4]} = \frac{[OH^-]^2}{[N_2H_4]}$$

$$[OH^-]^2 = 1 \times 10^{-6} \times 0.01 = 1 \times 10^{-8}$$

وبأخذ جذر الطرفين يصبح تركيز الهيدروكسيد:

$$[OH^-] = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$$

ومن تركيز الهيدروكسيد أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم:

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

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

$$pH = -\log(1 \times 10^{-10}) = 10$$

2- أعوض تركيز القاعدة وتركيز الأيون المشترك من الملح وقيمة  $K_b$  في العلاقة:

$$K_b = \frac{[OH^-][N_2H_5^+]}{[N_2H_4]}$$

من تركيز الملح

$$1 \times 10^{-6} = \frac{[OH^-](0.01)}{(0.01)}$$

$$[OH^-] = 1 \times 10^{-6} \text{ M}$$

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

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-6}} = 1 \times 10^{-8} = 1 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$$pH_2 = -\log[H_3O^+] = -\log(1 \times 10^{-8}) = 8$$

لاحظ أن قيمة pH قد قلت بعد إضافة الملح الحمض إلى محلول القاعدة.

سؤال (7):

إذا كانت قيمة pH لمحلول مكوّن من الحمض HA والملح KA لهما التركيز نفسه تساوي (4)، أحسب قيمة  $K_a$  للحمض.

من قيمة pH أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4} M$$

بما أن تركيز الملح والحمض متساويان؛ لذا يمكن شطبهما في علاقة  $K_a$  :

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

ويصبح تركيز أيون الهيدرونيوم مساوياً لقيمة  $K_a$  :

$$K_a = [H_3O^+] = 1 \times 10^{-4}$$

سؤال (8):

حُضِر محلول من قاعدة ضعيفة (B) والملح (BHCl) بالتركيز نفسه، فإذا علمت أن  $K_b = 1 \times 10^{-4}$ . أحسب قيمة pH للمحلول الناتج.

بما أن تركيز القاعدة والملح متساويان؛ لذا يمكن شطبهما في علاقة  $K_b$  :

$$K_b = \frac{[OH^-][BH^+]}{[B]}$$

ويصبح تركيز أيون الهيدروكسيد مساوياً لقيمة  $K_b$  :

$$K_b = [OH^-] = 1 \times 10^{-4} M$$

ومن علاقة  $K_w$  أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم:

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

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (1 \times 10^{-10}) = 10$$

أو:

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (1 \times 10^{-4}) = 4$$

$$pH = 14 - 4 = 10$$

سؤال (9):

محلول من حمض  $\text{HNO}_2$  تركيزه (0.1 M)، أضيفت إليه بلورات من ملح  $\text{NaNO}_2$  فأصبحت قيمة  $\text{pH} = 4$ . (4). أحسب تركيز الملح المضاف بوحدة (M). (أهمل تغير الحجم،  $K_a$  للحمض  $\text{HNO}_2 = 4 \times 10^{-4}$ )

من قيمة  $\text{pH}$  أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4} \text{ M}$$

أكتب علاقة  $K_a$ :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

وحيث أن:  $[\text{NO}_2^-] = [\text{NaNO}_2]$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

$$4 \times 10^{-4} = \frac{10^{-4} [\text{NO}_2^-]}{0.1}$$

$$[\text{NO}_2^-] = [\text{NaNO}_2] = 0.4 \text{ M}$$

سؤال (10):

أضيف (0.09 mol) من الملح  $\text{KZ}$  إلى (250 mL) من محلول الحمض  $\text{HZ}$  (0.1 M). أحسب قيمة  $\text{pH}$  للمحلول الناتج.  $K_a \text{ لـ } \text{HZ} = 3.6 \times 10^{-6}$

أحسب تركيز الملح من عدد مولاته وحجمه:

$$[\text{KZ}] = [\text{Z}^-] = \frac{n}{V} = \frac{0.09}{0.25} = 0.36 \text{ M}$$

أكتب علاقة  $K_a$ :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Z}^-]}{[\text{HZ}]}$$

وحيث أن:  $[\text{Z}^-] = [\text{KZ}]$

$$3.6 \times 10^{-6} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] 0.36}{0.1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1 \times 10^{-6}) = 6$$

سؤال (11):

محلول يتألف من حمض HOCl وملح NaOCl ، فإذا كان تركيز الملح ضعفي تركيز الحمض، إذا علمت أن قيمة ثابت تأين الحمض  $K_a = 2 \times 10^{-8}$  . أحسب قيمة pH للمحلول.

بما أن تركيز الملح ضعفي تركيز الحمض، فلنفترض أن تركيز الحمض =  $x$

وعليه يكون تركيز الملح =  $2x$

أكتب علاقة  $K_a$  :

$$K_a = \frac{[H_3O^+][OCl^-]}{[HOCl]}$$

وحيث أن:  $[OCl^-] = [NaOCl]$

$$2 \times 10^{-8} = \frac{[H_3O^+] 2x}{x}$$

وبحذف ( $x$ ) من البسط والمقام:

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [H_3O^+] = -\log (1 \times 10^{-8}) = 8$$

سؤال (12):

إذا كان لديك محلولاً للحمض HA بتركيز 0.1 M ، وأضيف إلى لتر منه ملح KA فكان التغير في قيمة pH تساوي (1)، فأوجد كتلة الملح المضاف إذا علمت أن  $K_a$  للحمض =  $1 \times 10^{-5}$  ، والكتلة المولية للملح = 40 g/mol

أحسب ( $\text{pH}_1$ ) للحمض قبل إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HA]}$$

$$[H_3O^+]^2 = 1 \times 10^{-5} \times 0.1 = 1 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين يصبح تركيز الهيدرونيوم:

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

$$\text{pH} = -\log (1 \times 10^{-3}) = 3$$

بما أن قيمة pH قد تغيرت بمقدار (1) أي زادت بمقدار (1)؛ لأن الملح قاعدي.

$$\text{pH}_2 = 3 + 1 = 4$$

أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم من الـ pH الجديد:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4} \text{ M}$$

أعوض تركيز الحمض وتركيز أيون الهيدرونيوم بقيمة  $K_a$  في العلاقة:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

من تركيز الملح

$$1 \times 10^{-5} = \frac{10^{-4} [\text{A}^-]}{(0.1)}$$

$$[\text{A}^-] = [\text{KA}] = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

أحسب عدد مولات الملح من تركيزه وحجمه:

$$n = M \times V = 0.02 \times 1 = 0.02 \text{ mol}$$

أحسب كتلة الملح من عدد مولاته وكتلته المولية:

$$m = n \times Mr = 0.02 \times 40 = 0.4 \text{ g}$$

سؤال (13):

محلول حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  حجمه (500 mL)، وتركيزه (0.5 M)، أضيفت إليه بلورات من ملح ميثانوات الصوديوم  $\text{HCOONa}$ ، كتلته المولية (68 g/mol)، فتغيرت قيمة pH بمقدار (2)، فإذا علمت أن  $K_a$  للحمض ( $2 \times 10^{-4}$ )، أحسب كتلة بلورات الملح المضافة بوحدة (g).

أحسب ( $\text{pH}_1$ ) للحمض قبل إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] [\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HCOOH}]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 2 \times 10^{-4} \times 0.5 = 1 \times 10^{-4}$$

وبأخذ جذر الطرفين يصبح تركيز الهيدرونيوم:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log (1 \times 10^{-2}) = 2$$

بما أن قيمة pH قد تغيرت بمقدار (2) أي زادت بمقدار (2)؛ لأن الملح قاعدي.

$$\text{pH}_2 = 2 + 2 = 4$$

أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم من الـ pH الجديد:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4} \text{ M}$$



أعوض تركيز الحمض وتركيز أيون الهيدرونيوم وقيمة  $K_a$  في العلاقة:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$$

من تركيز الملح

$$2 \times 10^{-4} = \frac{10^{-4} [\text{HCOO}^-]}{(0.5)}$$

$$[\text{HCOO}^-] = [\text{HCOOH}] = 1 \text{ M}$$

أحسب عدد مولات الملح من تركيزه وحجمه:

$$n = M \times V = 1 \times 0.5 = 0.5 \text{ mol}$$

أحسب كتلة الملح من عدد مولاته وكتلته المولية:

$$m = n \times Mr = 0.5 \times 68 = 34 \text{ g}$$

سؤال (14):

عند إضافة عدد معين من مولات ملح إيثانوات الصوديوم  $\text{CH}_3\text{COONa}$  إلى لتر من محلول حمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  بتركيز (0.2 M)، تغيرت قيمة pH المحلول بمقدار 2.3. أحسب تركيز الملح المضاف.

$$(2 \times 10^{-5} = K_a \text{ للحمض}) \quad (\log 2 = 0.3)$$

أحسب ( $\text{pH}_1$ ) للحمض قبل إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HCOOH}]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 2 \times 10^{-5} \times 0.2 = 2 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين يصبح تركيز الهيدرونيوم:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log (2 \times 10^{-3}) = 2.7$$

بما أن قيمة pH قد تغيرت بمقدار (2.3) أي زادت بمقدار (2.3)؛ لأن الملح قاعدي.

$$\text{pH}_2 = 2.7 + 2.3 = 5$$

أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم من الـ pH الجديد:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5} \text{ M}$$

أعوض تركيز الحمض وتركيز أيون الهيدرونيوم وقيمة  $K_a$  في العلاقة:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[HCOOH]}$$

من تركيز الملح

$$2 \times 10^{-5} = \frac{10^{-5} [CH_3COO^-]}{(0.2)}$$

$$[CH_3COO^-] = [CH_3COONa] = 0.4 \text{ M}$$

سؤال (15):

أضيف ملح  $C_6H_5NH_3Cl$  إلى لتر من محلول  $C_6H_5NH_2$  بتركيز (0.01 M) فتغيرت قيمة (pH) بمقدار (-0.3). أحسب كتلة الملح المضاف علماً أن الكتلة المولية للملح تساوي (130 g/mol)، وثابت تأين القاعدة  $C_6H_5NH_2$  ( $K_b = 4 \times 10^{-10}$ ) ، ( $\log 5 = 0.7$ ). بافتراض أن حجم المحلول لم يتغير.

$$K_b = \frac{[OH^-][C_6H_5NH_3^+]}{[C_6H_5NH_2]} = \frac{[OH^-]^2}{[C_6H_5NH_2]}$$

$$[OH^-]^2 = 4 \times 10^{-10} \times 0.01 = 4 \times 10^{-12}$$

وبأخذ جذر الطرفين يصبح تركيز الهيدروكسيد:

$$[OH^-] = 2 \times 10^{-6} \text{ M}$$

ومن تركيز الهيدروكسيد أحسب تركيز أيون الهيدرونيوم:

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

$$[H_3O^+] = 0.5 \times 10^{-8} = 5 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$$pH = -\log(5 \times 10^{-9}) = 9 - \log 5 = 9 - 0.7 = 8.3$$

بما أن قيمة pH قد تغيرت بمقدار (-0.3) أي قلت بمقدار (0.3)؛ لأن الملح حمضي.

$$pH_2 = 8.3 - 0.3 = 8$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-8} \text{ M}$$

$$[OH^-] = 1 \times 10^{-6} \text{ M}$$

أعوض تركيز أيون الهيدروكسيد وقيمة  $K_b$  وتركيز القاعدة في العلاقة:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-] [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]}$$

من تركيز الملح

$$4 \times 10^{-10} = \frac{1 \times 10^{-6} [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+]}{(0.01)}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}] = 4 \times 10^{-6} \text{ M}$$

أحسب عدد مولات الملح من تركيزه وحجمه:

$$n = M \times V = 4 \times 10^{-6} \times 1 = 4 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

أحسب كتلة الملح من عدد مولاته وكتلته المولية:

$$m = n \times Mr = 4 \times 10^{-6} \times 130 = 520 \times 10^{-6} = 5.2 \times 10^{-4} \text{ g}$$

سؤال (16):

أضيف 0.1 mol من ملح  $\text{NH}_4\text{Cl}$  إلى لتر من محلول  $\text{NH}_3$  فأصبحت قيمة  $\text{pH} = 9$ . أحسب قيمة  $\text{pH}$  للقاعدة قبل إضافة الملح. (أهمل التغير في الحجم بعد إضافة الملح)

أحسب تركيز أيون الهيدروكسيد من  $\text{pH}_2$  المعطى في السؤال:

$$\text{pH}_2 = 9$$

$$\text{pOH} = 5$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{NH}_4\text{Cl}] = 0.1 / 1 = 0.1 \text{ M}$$

علاقة  $K_b$  قبل إضافة الملح:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]}$$

علاقة  $K_b$  بعد إضافة الملح:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-] [\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$$

وبما أن قيمة  $K_b$  لا تتغير عند إضافة الملح؛ لذا يمكن مساواة الحدين:

$$\frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]} = \frac{[\text{OH}^-] [\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$$

$$\frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{NH}_3]} = \frac{10^{-5} \times 10^{-1}}{[\text{NH}_3]}$$

ويمكن حذف تركيز القاعدة من مقامَي الحدين؛ لأن تركيز القاعدة لم يتغير:

$$[\text{OH}^-]^2 = 10^{-6}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 3$$

$$\text{pH} = 11$$

سؤال (17):

أضيفت بلورات من ملح KA إلى محلول الحمض HA فتغيرت قيمة pH من (2) إلى (5). أحسب تركيز الملح (أهمل التغير في الحجم بعد إضافة الملح).

$$\text{pH}_1 = 2 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH}_5 = 5 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M}$$

علاقة  $K_a$  قبل إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HA}]}$$

علاقة  $K_a$  بعد إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

وبما أن قيمة  $K_a$  لا تتغير عند إضافة الملح؛ لذا يمكن مساواة الحدين:

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

ويمكن حذف تركيز الحمض من مقامَي الحدين؛ لأن تركيز الحمض لم يتغير:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{A}^-]$$

$$(10^{-2})^2 = 10^{-5} \times [\text{A}^-]$$

$$[\text{A}^-] = [\text{KA}] = 10 \text{ M}$$

سؤال (18):

إذا كانت قيمة pH في محلول يحتوي على 0.1 M من حمض HX = (3)، أحسب تركيز الملح NaX الذي يجب أن يضاف للمحلول لتتغير قيمة pH بمقدار (2).

$$pH_1 = 3$$

بعد إضافة الملح القاعدي NaX تغيرت قيمة pH بمقدار (2)؛ أي زادت بمقدار (2).

$$pH_2 = 3 + 2 = 5$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-5} M$$

علاقة  $K_a$  قبل إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[HX]}$$

علاقة  $K_a$  بعد إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[H_3O^+] [X^-]}{[HX]}$$

وبما أن قيمة  $K_a$  لا تتغير عند إضافة الملح؛ لذا يمكن مساواة الحدين:

$$\frac{[H_3O^+]^2}{[HX]} = \frac{[H_3O^+] [X^-]}{[HX]}$$

ويمكن حذف تركيز الحمض من مقامي الحدين؛ لأن تركيز الحمض لم يتغير:

$$[H_3O^+]^2 = [H_3O^+] [X^-]$$

$$(10^{-3})^2 = 10^{-5} \times [X^-]$$

$$[X^-] = [NaX] = 0.1 M$$