

## تأثير الأيون المشترك

### Common Ion Effect

**الأيون المشترك:** أيون يدخل في تركيب مادتين مختلفتين (حمض ضعيف وملح، أو قاعدة ضعيفة وملح)، وينتج من تأينهما.

في هذا الدرس سندرس أثر إضافة الملح إلى محلول الحمض، وأثر إضافة الملح إلى محلول القاعدة، وهو ما يعرف بتأثير الأيون المشترك.

**تأثير الأيون المشترك:** التغير في تراكيز المواد والأيونات الناتج من إضافة الملح إلى المحلول.

في هذا الدرس سنتعامل مع حالتين، هما:

#### الأيون المشترك

قاعدة ضعيفة + ملح حمضي



تقل قيمة pH  
عند إضافة الملح

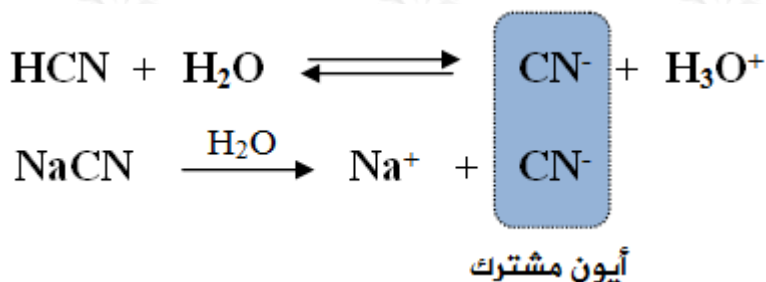
حمض ضعيف + ملح قاعدي



تزداد قيمة pH  
عند إضافة الملح

### الحالة الأولى: (الأثر القاعدي للأيون المشترك)

ماذا يحدث لقيمة pH عند إضافة محلول سيانيد الصوديوم NaCN (ملح قاعدي) إلى محلول حمض الهيدروسيانيك HCN (حمض ضعيف)؟



يتحلل حمض الهيدروسيانيك في الماء وفق المعادلة:

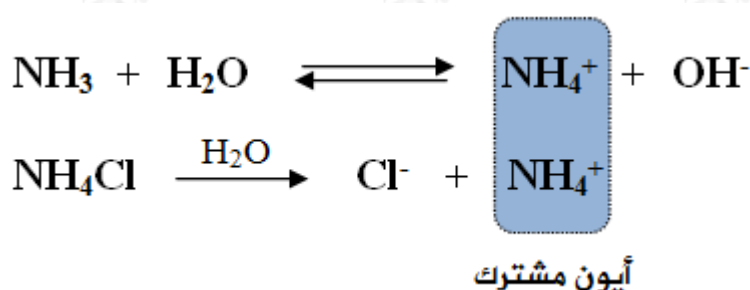
يتحلل ملح سيانيد الصوديوم في الماء وفق المعادلة:

قبل إضافة الملح NaCN إلى محلول الحمض الضعيف HCN ، تكون أيونات  $H_3O^+$  و  $CN^-$  في حالة اتزان مع جزيئات HCN في محلول الحمض، وتركيزهما متساو.

عند إضافة الملح NaCN إلى محلول الحمض الضعيف HCN ، يتأين الملح كلياً في الماء، فيعمل على زيادة تركيز الأيون المشترك ( $CN^-$ )، ونتيجة لذلك سوف يندفع الاتزان في معادلة الحمض الضعيف باتجاه اليسار (المتفاعلات)، ما يزيد من تركيز الحمض الضعيف، ويقلل تأينه، كما يقلل من تركيز أيونات  $H_3O^+$  ، وزيادة قيمة pH .

### الحالة الأولى: (الأثر الحمضي للأيون المشترك)

ماذا يحدث لقيمة pH عند إضافة ملح كلوريد الأمونيوم  $NH_4Cl$  (ملح حمضي) إلى محلول الأمونيا  $NH_3$  (قاعدة ضعيفة)؟



تتحلل الأمونيا في الماء وفق المعادلة:

يتحلل ملح كلوريد الأمونيوم في الماء وفق المعادلة:

قبل إضافة الملح  $NH_4Cl$  إلى محلول القاعدة الضعيفة  $NH_3$ ، تكون أيونات  $NH_4^+$  و  $OH^-$  في حالة اتزان مع جزيئات  $NH_3$  في محلول القاعدة، وتركيزهما متساو.

عند إضافة الملح  $NH_4Cl$  إلى محلول القاعدة الضعيفة  $NH_3$  ، يتأين الملح كلياً في الماء، فيعمل على زيادة تركيز الأيون المشترك ( $NH_4^+$ )، ونتيجة لذلك سوف يندفع الاتزان في معادلة القاعدة الضعيفة باتجاه اليسار (المتفاعلات)، ما يزيد من تركيز

القاعدة الضعيفة، ويقلل تأينها، كما يقلل من تركيز أيونات  $\text{OH}^-$  ، ونقصان قيمة pH .

### سؤال (1):

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

- 1- اكتب صيغة الأيون المشترك.
- 2- ماذا يحدث لتركيز أيون الهيدرونيوم؟
- 3- ماذا يحدث لتركيز أيون الهيدروكسيد؟
- 4- ماذا يحدث لقيمة pH ؟
- 5- ماذا يحدث لقيمة  $K_a$  ؟
- 6- أين يتجه الاتزان في معادلة الحمض بعد إضافة الملح؟
- 7- ماذا يحدث لـ  $[\text{HNO}_2]$  بعد إضافة الملح؟
- 8- ماذا يحدث لتأين الحمض بعد إضافة الملح؟

### سؤال (2):

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

- 1- اكتب صيغة الأيون المشترك.
- 2- ماذا يحدث لتركيز أيون الهيدروكسيد؟
- 3- ماذا يحدث لتركيز أيون الهيدرونيوم؟
- 4- ماذا يحدث لقيمة pH ؟
- 5- ماذا يحدث لقيمة  $K_b$  ؟
- 6- أين يتجه الاتزان في معادلة القاعدة بعد إضافة الملح؟

7- ماذا يحدث لـ  $[N_2H_4]$  بعد إضافة الملح؟

8- ماذا يحدث لتأين القاعدة بعد إضافة الملح؟

### سؤال (3):

اكتب صيغة مادتان تتجان الأيونات المشتركة التالية في محاليلها:



### الحسابات المتعلقة بالأيون المشترك

#### الأثر القاعدي للأيون المشترك

مثال (1):

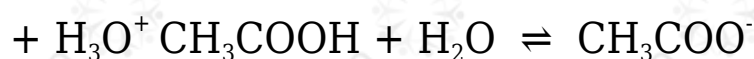
أحسب التغير في الرقم الهيدروجيني لمحلول الحمض الضعيف  $CH_3COOH$  ، الذي تركيزه  $0.1\text{ M}$  ورقمه الهيدروجيني  $pH = 2.9$  إذا أضيف إلى لتر منه  $0.2\text{ mol}$  من ملح إيثانوات الصوديوم  $CH_3COONa$  . علماً أن  $K_a = 1.7 \times 10^{-5}$  و  $\log 8.5 = 0.93$

الحل:

أحسب تركيز الملح المضاف:

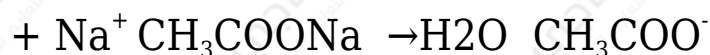
$$M = nV = 0.21 = 0.2\text{ M}$$

يتأين الحمض الضعيف وفق المعادلة:



ويكون  $[CH_3COO^-] = [H_3O^+]$

وعند إضافة الملح  $CH_3COONa$  إلى محلول الحمض، يتأين الملح وفق المعادلة:



وللأيون المشترك  $CH_3COO^-$  الناتج من إضافة الملح إلى محلول الحمض مصدران:

1- الحمض الضعيف، وكميته قليلة، فيهمل.

2- الملح المضاف؛ ولأن تأين الملح كلي، فيمكن اعتباره المصدر الوحيد في المحلول.

أي أن:  $[CH_3COO^-] = [CH_3COONa] = 0.2 \text{ M}$

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

$$K_a = [H_3O^+] [CH_3COO^-] / [CH_3COOH]$$

$$1.7 \times 10^{-5} = [H_3O^+] (0.2) / (0.1)$$

$$[H_3O^+] = 8.5 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$pH_2 = -\log [H_3O^+] = -\log (8.5 \times 10^{-6}) = 6 - (0.93) = 5.07$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1 = 5.07 - 2.9 = 2.17$$

وهذا يعني أن الرقم الهيدروجيني زاد بمقدار (2.17) بعد إضافة الملح القاعدي إلى محلول الحمض الضعيف.

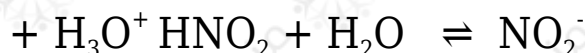
**مثال (2):**

أحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول مكون من الحمض  $HNO_2$  تركيزه  $0.085 \text{ M}$  والملح  $KNO_2 \text{ } 0.1 \text{ M}$

علماً أن  $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$  و  $\log 3.825 = 0.58$

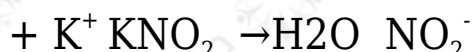
**الحل:**

يتأين الحمض الضعيف وفق المعادلة:



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

وعند إضافة الملح  $\text{KNO}_2$  إلى محلول الحمض، يتأين الملح وفق المعادلة:



نعتبر أن المصدر الوحيد للأيون المشترك  $\text{NO}_2^-$  من الملح.

أي أن:  $[\text{NO}_2^-] = [\text{KNO}_2] = 0.1 \text{ M}$

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

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

$$4.5 \times 10^{-4} = [\text{H}_3\text{O}^+] (0.1) / (0.085)$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.825 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH}_2 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (3.825 \times 10^{-4}) = 4 - (0.58) = 3.42$$

**الأثر الحمضي للأيون المشترك**

**مثال (3):**

أحسب التغير في الرقم الهيدروجيني لمحلول الأمونيا  $\text{NH}_3$  ، الذي حجمه 1 L وتركيزه 0.1 M ورقمه الهيدروجيني يساوي 11 إذا أضيف إليه 0.2 mol من ملح كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$  .

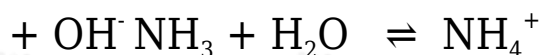
$$\text{علماً أن } K_b = 1.8 \times 10^{-5}, \log 1.1 = 0.04$$

**الحل:**

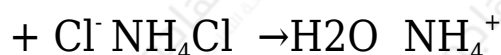
أحسب تركيز الملح المضاف:

$$M = nV = 0.21 = 0.2 \text{ M}$$

تتأين القاعدة الضعيفة وفق المعادلة:



يتأين الملح  $\text{NH}_4\text{Cl}$  وفق المعادلة:



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

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

$$1.8 \times 10^{-5} = [\text{OH}^-](0.2)/(0.1)$$

$$[\text{OH}^-] = 0.9 \times 10^{-5} \text{ M}$$

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_w/[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}/0.9 \times 10^{-5} = 1.1 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.1 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$$\text{pH}_2 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1.1 \times 10^{-9}) = 9 - (0.04) = 8.96$$

أحسب التغير في قيمة الرقم الهيدروجيني:

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1 = 8.96 - 11 = -2.04$$

الإشارة السالبة تعني نقصان في قيمة pH .

**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  $2 \times 0.2 \text{ M}$  ( $K_a = 2 \times 10^{-5}$ ), ( $\log 2 = 0.3$ ).

**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  $\log 5 = 0.7$

**سؤال (6):**

- 1- أحسب قيمة pH لمحلول تركيزه  $0.01 \text{ M}$  من القاعدة  $(\text{N}_2\text{H}_4)$  ( $K_b = 1 \times 10^{-6}$ ).
- 2- أحسب قيمة pH للمحلول السابق إذا أضيف إلى لتر منه  $0.01 \text{ mol}$  من الملح  $\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$ .

**سؤال (7):**

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

**سؤال (8):**

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

**سؤال (9):**

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

**سؤال (10):**

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

### 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.

### 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

### سؤال (13):

محلول حمض الميثانويك HCOOH حجمه (500 mL)، وتركيزه (0.5 M)، أضيفت إليه بلورات من ملح ميثانوات الصوديوم 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).

### سؤال (14):

عند إضافة عدد معين من مولات ملح إيثانوات الصوديوم CH<sub>3</sub>COONa إلى لتر من محلول حمض الإيثانويك CH<sub>3</sub>COOH بتركيز (0.2 M)، تغيرت قيمة pH المحلول بمقدار 2.3 . أحسب تركيز الملح المضاف.

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

**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  $(\log 5 = 0.7)$ ، وثابت  $K_b(C_6H_5NH_2) = 4 \times 10^{-10}$ . بافتراض أن حجم المحلول لم يتغير.

**سؤال (16):**

أضيف 0.1 mol من ملح  $NH_4Cl$  إلى لتر من محلول  $NH_3$  فأصبحت قيمة  $pH = 9$ . أحسب قيمة pH للقاعدة قبل إضافة الملح. (أهمل التغير في الحجم بعد إضافة الملح)

**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).

**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).