الفصل الرابع

الاتزان في الأحماض والقواعد

الأحماض و القواعد

- **تعريف أرهينيوس**

الحمض هي المادة التي تعطي أيون الهيدرونيوم H_3O^+ و القاعدة هي المادة التي تعطي أيون الهيدروكسيل OH^-

- **تعريف برونستد و لوري**

الحمض هي المادة الواهبة للبروتونات و القاعدة هي المادة التي تستقبل البروتونات

- **تعريف لويس**

الحمض هي المادة التي تكتسب زوجا من الالكترونات و القاعدة هي المادة التي تمنح زوجا من الالكترونات

الماء

- **يتفاعل الماء كحمض وكقاعدة**

$$[H^+]\,[OH^-] = K_w = 1x10^{-14}$$

$$-\log[H^+] + (-\log\,[OH^-]) = -\log\,(1x10^{-14})$$

الرقم الهيدروجيني $pH = -\log[H^+]$

الرقم الهيدروكسيلي $pOH = -\log[OH^-]$

$$pH + pOH = 14$$

- الماء متعادل و لذلك الرقم الهيدروجيني للماء يساوي ٧

$$pH = pOH = 7$$

أمثلة الحاصل الأيوني للماء

احسبي $[OH^-]$ في محلول تركيز أيونات الهيدروجين فيه 0.01 M؟

$$[H^+]\,[OH^-] = 1x10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1x10^{-14}}{[H^+]}$$

$$[OH^-] = \frac{1x10^{-14}}{0.01} = 1x10^{-12}\ M$$

احسبي $[H^+]$ في محلول رقمه الهيدروجيني يساوي 6.1؟

$$pH = -\log [H^+]$$

$$6.1 = -\log [H^+]$$

$$[H^+] = \text{Anti log}\ (-6.1) = 7.9x10^{-7}\ M$$

الأحماض القوية

- الاحماض القوية هي التي تتأين كليا في الماء و تتحول كليا الى أيونات هيدروجين ولذلك

$$[H^+] = C_a \ (M)$$

C_a تركيز الحمض القوي

- مثل HCl, HNO_3
- الرقم الهيدروجيني للأحماض القوية يساوي

$$pH = -\log [H^+] = -\log C_a$$

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لحمض النيتريك HNO_3 ذي التركيز $2x10^{-7}$ M

$$pH = -\log C_a$$

$$= -\log 2x10^{-7} = 6.6$$

القواعد القوية

- القواعد القوية هي التي تتأين كليا في الماء وتتحول جميع القاعدة لأيونات هيدروكسيل ولذلك

$$[OH^-] = C_b\ M$$

C_b تركيز القاعدة القوية

مثل $NaOH,\ Ca(OH)_2$

- الرقم الهيدروكسيلي للقواعد القوية يساوي

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log C_b$$

$$pH = 14.00 - pOH$$

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لهيدروكسيد الصوديوم NaOH ذي التركيز 0.025 M

$$pOH = -\log C_b = -\log 0.025 = 1.6$$

$$pH = 14 - 1.6 = 12.4$$

احسبي الرقم الهيدروجيني لهيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ ذي التركيز 0.2 M

الأحماض الضعيفة

- هي التي تتأين جزئيا في الماء وبالتالي تركيز الحمض لا يساوي تركيز أيونات هيدروجين ولذلك

$$[H^+] = \sqrt{K_a X C_a}$$

K_a ثابت تفكك الحمض الضعيف ، C_a تركيز الحمض الضعيف

- مثل CH_3COOH, HCOOH
- الرقم الهيدروجيني للأحماض الضعيفة يساوي

$$pH = -\log \sqrt{K_a X C_a}$$

- **احسبي الرقم الهيدروجيني ل HCOOH ذي التركيز 0.5 M ,$Ka= 2.3x10^{-4}$**

$$pH= -\log \sqrt{C_a * K_a}$$

$$= -\log \sqrt{0.5 * 2.3x10^{-4}}$$

$$pH= 1.97$$

- **محلول لحمض ضعيف HA تركيزه المولاري 0.5 M و رقمه الهيدروجيني يساوي 4 احسبي ثابت تأين ذلك الحمض؟**

القواعد الضعيفة

- هي التي تتأين جزئيا في الماء وبالتالي تركيز القاعدة لا يساوي تركيز أيونات الهيدروكسيل ولذلك

$$[OH^-] = \sqrt{K_b . C_b}$$

K_b ثابت تفكك القاعدة الضعيفة، C_b تركيز القاعدة الضعيفة

- مثل NH_4OH
- الرقم الهيدروجيني للقواعد الضعيفة يحسب كالتالي

$$pOH = -\log \sqrt{K_b . C_b}$$

$$pH = 14.00 - pOH$$

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لقاعدة اذا كان تركيزها $K_b = 1.1 \times 10^{-8}$, 0.01 M

$$pOH = -\log \sqrt{C_b * K_b} = -\log \sqrt{0.01 \times 1.1 \times 10^{-8}}$$

$pOH = 5$

$pH = 14 - 5 = 9$

تأين الأملاح

الأملاح المتعادلة

أملاح مشتقة من حمض قوي وقاعدة قوية (NaCl)

الأملاح المتعادلة

ملح مشتق من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة (CH3COONH4)

الأملاح القاعدية

أملاح مشتقة من حمض ضعيف وقاعدة قوية $(CH3COONa)$

الأملاح الحامضية

أملاح مشتقة من حمض قوي وقاعدة ضعيفة (NH4Cl)

$$pOH = -\log \sqrt{K^-_b * C_s}$$

$$pH = -\log \sqrt{K^-_a * C_s}$$

$$pOH = -\log \sqrt{\frac{K_w \cdot C_s}{K_a}} \quad \therefore \; pH = 14 - pOH$$

$$pH = -\log \sqrt{\frac{K_w \cdot C_s}{K_b}}$$

C_s تركيز الملح الأصلي ، ثابت تفكك الملح K^-_b، ثابت تفكك الملح K^-_a

تمارين تأين الأملاح

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لمحلول كلوريد الأمونيوم الذي تركيزه يساوي 0.1 M

$K^-_a = 5.9x10^{-11}$,

ملح كلوريد الامونيوم ملح حامضي

$$pH = -\log \sqrt{K^-_a * C_s} = -\log \sqrt{5.9x10^{-11}x0.1}$$

$$pH = 5.62$$

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لمحلول خلات الصوديوم الذي تركيزه يساوي 0.15 M

$K^-_b = 5.6x10^{-10}$,

ملح خلات الصوديوم ملح قاعدي

$$pOH = -\log \sqrt{K^-_b * C_s} = -\log \sqrt{5.6x10^{-10}x0.15}$$

$$pOH = 5.04$$

$$pH = 14 - 5.04 = 8.96$$

تمارين تأين الأملاح

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لمحلول كلوريد الأمونيوم ذو التركيز 0.3 M

K_b= 1.75x10^{-5},

ملح كلوريد الامونيوم ملح حامضي

$$pH= -\log \sqrt{\frac{K_w}{K_b} * C_s} = -\log \sqrt{\frac{1x10^{-14}}{1.75x10^{-5}} * 0.3}$$

pH= 4.88

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لمحلول خلات الصوديوم الذي تركيزه يساوي 0.25 M

K_a= 1.7x10^{-5} ,

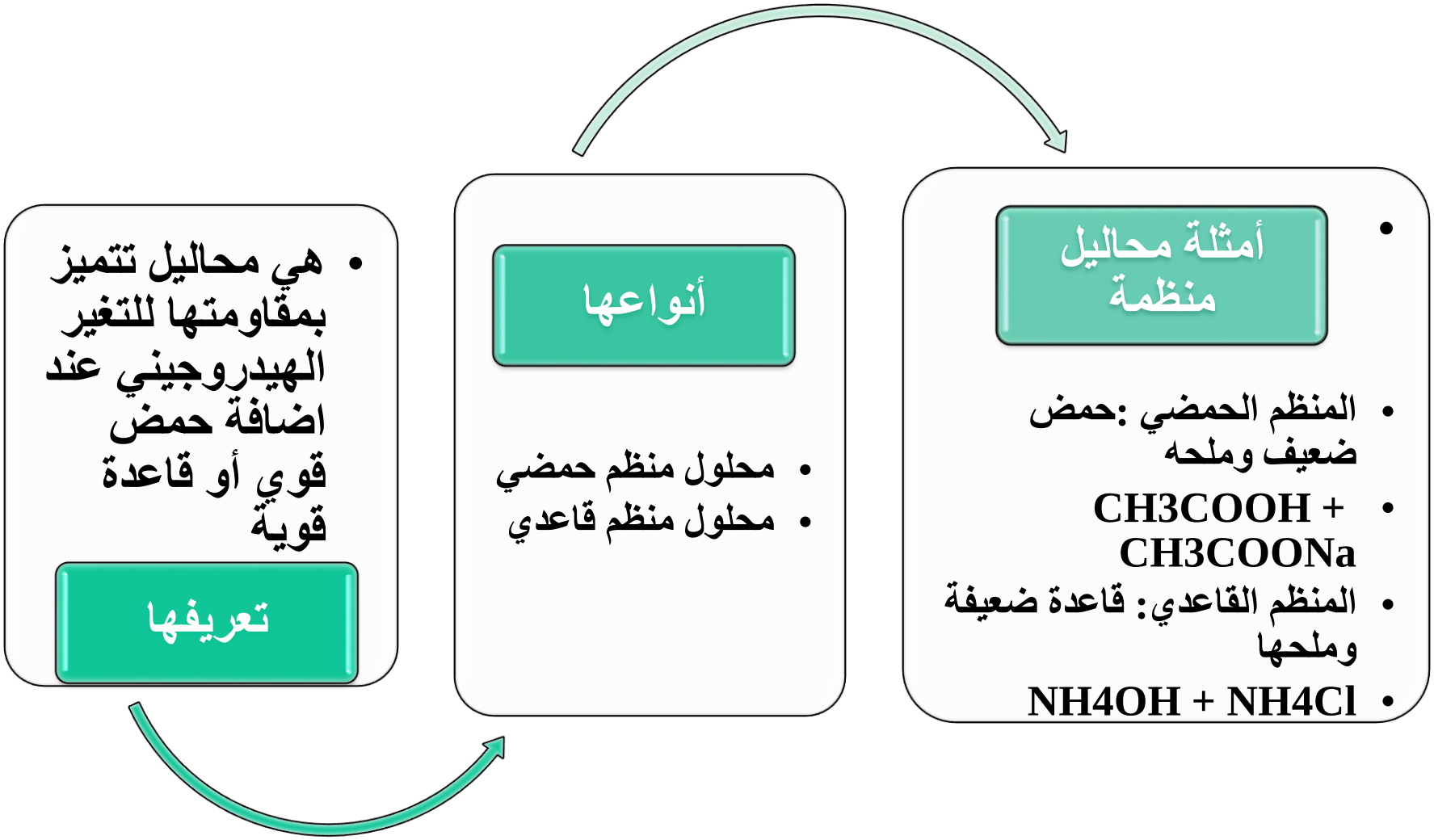
ملح خلات الصوديوم ملح قاعدي

$$pOH= -\log \sqrt{\frac{K_w}{K_a} * C_s} = -\log \sqrt{\frac{1x10^{-14}}{1.7x10^{-5}} * 0.25}$$

pOH= 4.92

pH= 14- 4.92 = 9.08

المحاليل المنظمة



المحاليل المنظمة

- المحاليل المنظمة الحمضية ($CH_3COOH + CH_3COONa$)

$$pH = pK_a + \log \frac{C_s}{C_a}$$

$$pK_a = -\log K_a$$

- المحاليل المنظمة القاعدية ($NH_4OH + NH_4Cl$)

$$pOH = pK_b + \log \frac{C_s}{C_b}$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pK_b = -\log K_b$$

تمارين المحاليل المنظمة

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لمحلول منظم مكون من $0.3\ M\ NH_3$ و $0.36\ M$

$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$, NH_4Cl

المحلول المنظم هو محلول قاعدي

$$pOH = pK_b + \log \frac{C_s}{C_b}$$

$$pOH = -\log 1.8 \times 10^{-5} + \log \frac{0.36}{0.3}$$

$$= 4.8$$

$$pH = 14 - 4.8 = 9.2$$

تمارين المحاليل المنظمة

تمرين

احسبي الرقم الهيدروجيني لمحلول منظم مكون من $0.2\ M\ CH_3COOH$ و $0.4\ M\ CH_3COONa$, $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

المحلول المنظم محلول حامضي

$$pH = pK_a + \log \frac{C_s}{C_a}$$

$$pH = -\log 1.8 \times 10^{-5} + \log \frac{0.4}{0.2}$$

$$pH = 5.05$$